YALE
MEDICAL LIBRARY

HISTORICAL
LIBRARY

COLLECTION OF

Alfred P. Klebs

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Yale University, Cushing/Whitney Medical Library

http://www.archive.org/details/geschichtederche02unse

Geſchichte der Chemie.

Zweiter Theil.

Bordelius

Gezeichnet von Fr. Krüger
im Jahre 18[illegible]

Verlag v. Fr. Vieweg u. S.
in Braunschweig.

Geschichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Professor der Physik und Chemie an der Universität Gießen.

Zweiter Theil.

Mit dem Bildnisse Berzelius'.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.

Inhaltsübersicht des zweiten Theils.

Seite

Ueber Namen, Begriff und Studium der Chemie . . 1
Ursprung des Namens Chemie 3
Begriff der Chemie; Definitionen von Suidas, Libavius, Lemery, Stahl, Boerhave u. A. 6
Studium der Chemie 8
Lehrbücher; Charakteristik der Compendien von Ripley, Agricola, Libavius, N. Lemery, Boerhave, Stahl u. A. 8
Lehrstühle der Chemie 18
Laboratorien 18
Chemische Operationen 19
Oefen, Lampen und andere Wärmevorrichtungen, Brennmaterial, Temperaturangabe 20
Schmelzen, Flußmittel, Calciniren, Krystallisiren, Sublimiren, Filtriren . . 25
Destillation 26
Material der Gefäße 28

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Geschichte der analytischen Chemie 33

Einleitung 33
Analytische Operationen auf trocknem Wege 36
Erste Erkenntniß dieser Operationen 36
Entdeckung der Cupellation 37
Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten 39
Genauere Beschreibung der Cupellation durch Geber 40
Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus 41
Reinigung des Goldes durch Spießglanz 41
Agricola's Kenntnisse von Operationen auf trocknem Wege 42
Vorbereitung, Einführung und Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs 43

Analytische Operationen auf nassem Wege 50
Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege 50
Entdeckung der Reagentien 51
Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten 52
Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten 53
Agricola's Kenntnisse über Reagentien 54
Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert 54
Libavius' Methode, Mineralwasser zu analysiren 55

Seite
Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien; Tachenius, Boyle . . . 57
Untersuchung der Mineralwasser im 17. und 18. Jahrhundert . . . 60
Fortschritte der Analyse während des 18. und 19. Jahrhunderts . . . 63

Quantitative Analyse 68
Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse 68
Ausbildung der quantitativen Analyse; Zerlegungen von Bergman, Wenzel, Wiegleb, Lavoisier, Kirwan, Richter, Klaproth, V. Rose, Buchholz, Vauquelin, Proust u. A. 70

Geschichte der mineralogischen Chemie 79
Einleitung 79
Avicenna's Eintheilung der Mineralien 81
Agricola's Unterscheidung der Mineralien 81
Becher's Eintheilung der Mineralien 82
Entwicklung der krystallographischen Mineralogie 82
Linné's System der Mineralien 84
Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten; Bergman, Romé de l'Isle, Hauy 84
Consteds' System der Mineralien 87
Entwicklung der chemischen Mineralogie 87
Bergman's System der Mineralien 88
Hauy's System der Mineralien 89
Werner's System der Mineralien 90
Aufstellung rein chemischer Systeme 91
Berzelius' erstes Mineralsystem 91
Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus 92
Berzelius' zweites Mineralsystem 96
Aufstellung des rein naturhistorischen Systems 97
Mohs' System der Mineralien 98
Aufstellung gemischter Systeme 99
Beudant's, L. Gmelin's, Naumann's System 99

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie . . . 103
Einleitung 103
Zustand der Pharmacie bei den Alten 104
Entstehung der Pharmacie 104
Erste Schriften über Arzneibereitung 104
Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch 105
Entstehung der Apotheken 105
Anleitungen zur Arzneibereitung 106
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der Alchemie 106
Pharmaceutische Einrichtungen der Araber 106
Verbreitung der Pharmacie in Europa 107
Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch 110
Anleitungen zur Arzneibereitung 110
Vermehrter Gebrauch der chemischen Präparate als Heilmittel . . . 111
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie 111
Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie 111
Verbreitung der Apotheken 112
Anleitungen zur Arzneibereitung 113
Entwicklung der pharmaceutischen Chemie seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie 115
Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie 115
Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie 117

Seite

Entwicklung der angewandten Chemie 120
Einleitung 120
Ausbildung der Metallurgie, Färbekunst, Töpferkunst, Glasbereitung, fabrikmäßigen Gewinnung chemischer Präparate, Branntweinbrennerei, Agriculturchemie u. s. w.
Bei den Alten 121
Während des Zeitalters der Alchemie 124
Während des Zeitalters der medicinischen Chemie 126
Während des Zeitalters der phlogistischen Theorie 129
Während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen 132

Specielle Geschichte der Alchemie.

Einleitung 141

I. Ursprung der Alchemie und Verbreitung derselben bis 1700 144
Fabelhafter Ursprung der Alchemie 144
Hermes Trismegistus 145
Angebliches hohes Alter der Alchemie 148
Haben die Alten Alchemie getrieben? 150
Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie 151
Der angebliche Democrit, Synesius, Zosimus u. A. 152
Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert 154
Verbreitung der Alchemie zu den Arabern 155
Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern 155
Verbreitung der Alchemie in dem 14. und 15. Jahrhundert 157
Zustand der Alchemie in dem 16. und 17. Jahrhundert 158

II. Alchemistische Ansichten über den Stein der Weisen 160
Namen und Begriff der Alchemie 160
Ansichten über den Stein der Weisen 161
Ueber seine Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit . . 161
Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen 162
Metallveredlende Wirkung des Steins der Weisen 163
(Vervielfältigende Kraft desselben) 163
Beweise für die Metallverwandlung 164
Theoretische Beweise 165
Empirische Beweise 166
Historische Beweise 168
Alchemistische Münzen 171
Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung . . . 172
Alchemistisch erlangte Reichthümer 173
Gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen 175
Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen 178
Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen . . . 182

III. Stellung und Verhältnisse der Alchemisten . . 184
Stellung der Alchemisten 184
Alchemistische Gesellschaften 188
Die Rosenkreuzer 188
Die Nürnberger alchemistische Gesellschaft 190
Die Buccinatoren 190
Die hermetische Gesellschaft 191
Verbote der Alchemie 192
Patrone der Alchemie 193
Bestrafung entlarvter Betrüger 201

Seite

Behandlung anerkannter Adepten (Setonius, Sendivogius, Dubois, Böttticher, Sehfeld u. A.) 203
Schicksale der privatisirenden Alchemisten 213

IV. Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen 216
Die Darstellung des Steins der Weisen beruht auf Prädestination. . 216
Die Mittheilung derselben ist sündhaft 217
Reisen, Versprechungen, Zuziehung der Astrologie und Magie als Mittel, um sie kennen zu lernen 218
Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller 221
Darstellung des Steins der Weisen 224
Aufsuchung der Materia prima 225
In Metallen 227
Im Quecksilber 227
Im Vitriol 229
Im Salz 230
In der Luft 230
In der Erde 231
In vegetabilischen Stoffen 232
In thierischen Stoffen 233

Ansichten der Mystiker über Metallverwandlung 234

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen 240
Das Alkahest 240
Die Palingenesie 243
Der Homunculus 244

V. Verfall des Glaubens an Alchemie 246
Bekämpfung der Alchemie im 16. und 17. Jahrhundert 247
Aufdeckung alchemistischer Betrügereien 251
Letzte Vertheidigung der Alchemie 253
Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogistische Chemie 255
Die hermetische Gesellschaft 256
Alchemistischer Mysticismus in dem 19. Jahrhundert 259
Jetziger Stand der Alchemie 260

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Einleitung 265

Ansichten über die Elemente 267
Aelteste Ansichten über die Elemente 267
Thales', Anarimenes', Heraklit's, Anaximander's, Anaxagoras', Aristoteles' Ansichten 268
Ansichten der Scholastiker 270
Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen 271
Geber's, Albertus Magnus', Raimund Lull's, Basilius Valentinus', Paracelsus', van Helmont's Ansichten 271
Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle 274
Kunkels', Becher's, M. Lemery's, Stahl's, Boerhave's Ansichten . . 277
Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. und 19. Jahrhundert 279
Winterl's vermeintliche Elemente 282
Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert 284

Seite
Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft 285
Einführung des Namens Verwandtschaft 286
Begriffsbestimmung der Verwandtschaft 288

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft 291
Aelteste Wahrnehmungen darüber 292
Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtschaft 293
Aufstellung der Verwandtschaftstafeln 295
St. F. Geoffroy's Verwandtschaftstafeln 296
Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft . . 297
Bergman's Verwandtschaftstafeln 300
Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft 302
Erkenntniß anderer Arten der Verwandtschaft 304
(Affinitas aggregatorum und mixtionis, affinitas appropriata, affinitas reciproca, affinitas producta, prädisponirende Wahlverwandtschaft.)

Theorien über die Ursache der Verwandtschaftserscheinungen 307
Aeltere Ansichten von Boyle, Becher, N. Lemery, Stahl, Newton, Boerhave, und Büffon 307
Bergman's, Kirwan's u. A. Ansichten 312
Berthollet's Lehre 317

Dynamische Ansichten . . . . . 32_4

Elektrochemismus und elektrochemische Verwandtschaftstheorien 328
Erkenntniß der Reibungselektricität 328
Erkenntniß ihrer chemischen Wirkungen 329
Erkenntniß der galvanischen Elektricität 329
Erkenntniß ihrer chemischen Wirkungen 330
Berzelius' und Hisinger's elektrochemische Arbeiten 331
H. Davy's elektrochemische Arbeiten 332
Elektrochemische Theorien von H. Davy 334
Von Schweigger 338
Von Berzelius 339

Erkenntniß des Begriffs: chemische Verbindung . . 342
Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen 342
(Geber's, van Helmont's, Glauber's, Boyle's, Boerhave's u. A. Kenntnisse und Ansichten darüber.)
Spätere Ansichten über die Verbindungen 349
Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen 351

Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze 353
Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse 353
Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen 356
Richter's stöchiometrische Untersuchungen 359
(Erste Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fischer 1810.)
Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse 367
Dalton's stöchiometrische Untersuchungen 370
(Atomgewichtstafeln von Dalton 1804 und 1808, Thomson 1810 und Wollaston 1814.)
Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase 377
Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen 379
(Atomgewichtstafeln von Berzelius 1815 und 1826.)

Atomistische Theorie 385
Ansichten der griechischen Philosophen 385

Seite
Des Cartes', Boyle's, Higgin's Ansichten 386
Dalton's atomistische Theorie 388
Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome 390

Untersuchungen über die Auflösungen 398

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf d. Eigenschaften 402
Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen 402
(Säsalpinus', Boyles', N. Lemery's, Gulielmini's, Hauy's u. A. Ansichten)
Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung . 405
Entdeckung des Isomorphismus 407
Entdeckung ungleicher Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung . . 409
Entdeckung des Dimorphismus 409
Entdeckung der Isomerie und Polymerie 410

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre . 412
Geschichte der chemischen Nomenclatur 412
Aelteste chemische Nomenclatur 412
Bergman's Nomenclatur 415
Guyton de Morveau's und Lavoisier's Nomenclatur 416
Widersprüche dagegen 419
Geschichte der chemischen Zeichen 421
Aelteste chemische Zeichen 421
St. F. Geoffroy's Zeichen 423
Bergman's Zeichen 423
Hassenfratz's und Adet's Zeichen 424
Dalton's Zeichen 425
Berzelius' Zeichen 426

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Der historischen Darstellung einzelner Zweige der Chemie und einiger ihrer wichtigsten theoretischen Lehren, die in diesem Theile zu geben ist, wollen wir hier noch einige Specialitäten voranschicken, was den Namen, den Begriff und das Studium der Chemie angeht. Nach dem im I. Theile in Bezug hierauf allgemein Angeführten sind wohl einige genauere Nachweisungen darüber hier noch an der rechten Stelle, und sie können dazu beitragen, einen deutlicheren Begriff über die Auffassung und die Hülfsmittel unserer Wissenschaft in den verschiedenen Zeiten zu geben. Hinsichtlich des Studiums der Chemie will ich hier Einiges über die Art, wie man sie früher erlernte, mittheilen, und außerdem einige historische Notizen über die vorzüglichsten Hülfsmittel geben, deren richtige Benutzung die Scheidekunst wesentliche Fortschritte machen ließ.

Chemie. Namen.

Vor Allem haben wir hier die historischen Angaben herzusetzen, welche über die Entstehung des Namens unserer Wissenschaft vorliegen. Welche Bezeichnungen noch außerdem die Chemie in den früheren Zeiten geführt hat, findet besser bei der speciellen Geschichte der Alchemie seinen Platz; hier wollen wir uns über den Ursprung des Namens unterrichten, welcher unserer Wissenschaft noch jetzt beigelegt wird.

Vor dem 4. Jahrhundert waren die chemischen Thatsachen in keiner Weise zu einem Ganzen zusammengefaßt; es konnte somit auch kein gemeinsamer Name für ihre Kenntniß existiren. Mit dem 4ten Jahrhundert läßt das Bestreben, Gold und Silber zu machen, die verschiedenen Thatsachen zu Einem Ganzen vereinigen, und nun findet sich sogleich auch der Name Chemie.

Der älteste Schriftsteller, bei welchem sich dieser Ausdruck findet, ist

Chemie. Namen.

Julius Maternus Firmicus, der unter der Regierung Constantin's des Großen und seiner Söhne lebte (um 340 n. Chr.). Dieser schrieb eine Astronomie unter dem Titel Mathesis, worin er auch von dem Einfluß handelt, welchen der Stand des Mondes zu einem Planeten während der Stunde der Geburt eines Menschen auf die Neigungen desselben hat. Si fuerit haec domus (wo der Mond gerade steht) Mercurii, sagt er, dabit Astronomiam; si Veneris, cantilenas et laetitiam; si Martis, opus armorum et instrumentorum; si Jovis, divinum cultum scientiamque in lege; si Saturni, scientiam Alchemiae oder Chemiae, wie die verschiedenen Handschriften verschieden lesen.

Hier haben wir zuerst das Wort Chemia gebraucht, in einer Beziehung, welche wirklich das in sich schließt, was wir jetzt unter chemischer Kenntniß verstehen, obwohl der citirte Schriftsteller nicht selbst erläutert, was er unter Chemia versteht, sondern es als bekannt voraussetzt. In der speciellen Geschichte der Alchemie werden wir aber sehen, daß zu seiner Zeit bereits die Metallveredlung als etwas Mögliches betrachtet und als Chemie bezeichnet wurde.

Woher stammt nun der Name Chemie und was bedeutet er eigentlich?

Sehr getheilt waren darüber von jeher die Ansichten, und dies wurde vorzüglich dadurch unterstützt, daß seit langer Zeit zwei Bezeichnungen, Chemie und Chymie, existiren, welche verschiedene Deutungen ihres Ursprungs zulassen.

Ich werde nachher den Beweis zu führen suchen, daß der Ausdruck Chemia der ältere, Chymia der jüngere ist. Die Abstammung des ersteren Worts wird mit dem meisten Recht darauf bezogen, daß es den Ursprung der Kunst angebe, welcher es den Namen giebt.

Im höchsten Grade wahrscheinlich ist es, daß der erste Versuch, die chemischen Thatsachen zur Lösung Einer Aufgabe zusammenzufassen, in Aegypten gemacht wurde. Wahrscheinlichkeit hat es auch, daß die Kunst, welche aus diesem Versuche hervorging, nach dem Lande benannt wurde, von wo sie ausging. Sicher ist wenigstens, daß der Namen, womit am frühesten die alchemistischen Bestrebungen bezeichnet wurden, identisch ist mit dem alten Namen Aegyptens, mit welchem dann die Priester dieses Landes ihre geheimnißvolle Naturlehre belegten. Nach Plutarch's (um 100 n. Chr.) Zeugniß hieß früher Aegypten *Χημία*; nach Zosimus (um 400) wurde die ganze geheime Wissenschaft, welche den Menschen durch Mittheil-

lung höherer Wesen zukam, worunter auch die Kunst, Gold und Silber zu machen, χημᾶ genannt.

Griechische Schriftsteller sind es überhaupt, welche zuerst diesen Ausdruck in der Bedeutung für scheidekünstlerische Kenntnisse brauchen; und es entscheidet dies, welche von beiden Schreibarten, χημία oder χυμία, die ältere ist, welche die später erst entstandene, und für welche also eine Deutung versucht werden muß.

Bei den meisten dieser Schriftsteller wird stets der Ausdruck χημία gebraucht. Zosimus braucht ihn öfters; auch bewahrt man Handschriften eines besondern von ihm verfaßten Werkes, das den Titel führt: περὶ τῆς χημείας. Die folgenden Griechen brauchen auch stets den Ausdruck χημεία, nicht χυμεία; häufig indeß wurde diese Bezeichnung gerade nicht gebraucht, die anderen Namen für Alchemie, ἅγια τέχνη (heilige Kunst), χρυσοποιΐα (Goldmacherkunst), waren die gebräuchlicheren.

Alle griechischen Schriftsteller in Einer Reihenfolge also haben den Ausdruck χημία oder χημεία; diese wußten sicher am besten, wie der Ausdruck zu schreiben war, und wir haben in dieser Form, nicht in χυμία, die Deutung zu suchen. Die natürlichste scheint mir die, welche bereits die Alten uns angezeigt haben, nämlich unter χημία die Kunst des Landes Χημία, die ägyptische Kunst, zu verstehen.

In späterer Zeit wird die Zusammenfassung scheidekünstlerischer Kenntnisse nicht mehr als Chemia, sondern als Chymia bezeichnet. Dies hat Einige veranlaßt, die eigentliche Bedeutung des Namens unserer Wissenschaft in anderer Weise zu erklären.

So leitete man ihn von χυμός, Flüssigkeit, Saft, ab und glaubte damit die Kunst bezeichnet, mit Auflösungen zu experimentiren. Dieses Wort hat gleichen Stamm mit χέω, ausgießen, auch flüssig machen, schmelzen. Man glaubte darin die ersten chemischen Operationen sehen zu müssen, und behauptete, χυμεία oder χυμία sei die älteste Form des Namens unserer Wissenschaft.

Es erklärt sich aber nicht daraus, weßhalb alle Griechen, wo von alchemistischen Bestrebungen die Rede ist, den Ausdruck χημεία brauchen, es erklärt sich nicht der Uebergang von χυμεία in χημεία. Das Umgekehrte läßt sich aber leicht erklären.

Man hat zur Stütze jener Ansicht Eine Stelle aus einem der früheren griechischen Schriftsteller herbeigezogen. Alexander von Aphrodisia in

Chemie. Namen.

Carien (der zu Ende des 2. und im Anfange des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebte), ein berühmter Commentator des Aristoteles, handelt, wo er von dem Schmelzen der Metalle spricht, auch besonders διὰ χυικῶν ὀργάνων, über Geräthschaften zum Schmelzen. So lange aber nicht nachgewiesen wird, daß diese Stelle (das Werk ist in der Originalsprache nur handschriftlich vorhanden) wirklich über alchemistische Bestrebungen spricht, und nicht nur über das Schmelzen an und für sich, beweis't diese Stelle nichts.

Andererseits läßt es sich ungezwungen einsehen, wie aus χημεία die Schreibweise χυμεία werden konnte. Die Araber nahmen von den Alexandrinern mit der Richtung, an der Metallveredlung zu arbeiten, auch die Bezeichnung dafür auf; sie setzten dem Worte ihren Artikel vor; aus Chemie wurde Alchemie.

Nach dem größten Theile von Europa kam die Alchemie durch Ueberlieferung von den Arabern her. Es ist bekannt, daß in dieser Sprache die Vocale nicht durch Buchstaben, sondern nur durch Punkte, oft gar nicht, bezeichnet werden. Die Abendländer hatten somit gerade so viel Ursache, aus den arabischen Schriften Alchemie als Alchymie herauszulesen.

Das Letztere zu thun, von der alten richtigen Schreibart zu einer falschen Sprechweise und dadurch wieder zu einer falschen Schreibart überzugehen, bot sich weiter noch Anlaß durch die Art, wie die Griechen das η damals aussprachen, als das Studium alchemistischer Werke allgemeiner und in lateinischer Sprache über diesen Gegenstand geschrieben wurde. Die lateinischen Schriftsteller schrieben dann so, wie sie die Griechen das geschriebene χημία lesen hörten; von den neueren Griechen wird dies Chimia ausgesprochen.

So Vieles über den Namen Chemie. Wir übergehen die Menge von Deutungen, welche die Alchemisten in dem Namen ihrer Kunst gesucht haben; des Quercetanus Behauptung, daß er aus ἅλς und χημεία zusammengesetzt sei, weil in den Salzen das große Geheimniß der Metallveredlung stecke, wie die Träumereien Anderer, daß er von Cham oder Chanaan, dem Erfinder der Kunst, komme, lehren uns nichts Bemerkenswerthes. Ueber den Begriff der Chemie dürften indeß hier noch einige Angaben von Interesse sein.

Begriff.

Es wäre ermüdend, alle die Definitionen aufzunehmen, welche aus der

Zeit, wo die Chemie falschen Zwecken nachstrebte, auf uns gekommen sind. Für das Zeitalter der Alchemie ist die Begriffsbestimmung die bündigste, welche Suidas (um 1100) in seinem Lexicon giebt: χημεία· ἡ τοῦ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ κατασκευή — Chemie: die (künstliche) Zubereitung oder Darstellung von Silber und Gold. Hier tritt der Unterschied zwischen synthetischer und analytischer Chemie noch nicht hervor, obgleich man schon in diesem Zeitalter die Chemie nach diesen beiden Richtungen als spagirische Kunst (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie ihre verschiedenen Namen) bezeichnete. Chemie. Begriff.

In dem Zeitalter der medicinischen Chemie sind die Definitionen für Chemie weniger scharf, eine nothwendige Folge der Verschmelzung der Chemie mit der Medicin, bei welcher die erstere nicht selbstständig erfaßt werden konnte. Aus dieser Zeit führe ich hier nur die Begriffsbestimmung an, welche Libavius in seiner Alchemia giebt, weil dieses Werk überhaupt für die richtige Behandlung der Chemie so viel genützt hat. Alchemia, sagt er, est ars perficiendi magisteria (chemische Präparate) et essentias puras e mistis, separato corpore, extrahendi. Hier haben wir schon die Unterscheidung in synthetische und analytische Chemie angedeutet.

Als eine besondere Unterabtheilung der Alchymie betrachtet Libavius die Chymie (siehe unten bei den Lehrbüchern) und bezeichnet die letztere als die Lehre de speciebus Chymicis (chemisch eigenthümlichen Substanzen) conficiendis, als den hauptsächlichsten Theil der Alchymie also.

Wie aber die Chemie damals noch von Vielen aufgefaßt wurde und welchen wissenschaftlichen Werth man ihren Operationen beilegte, zeigt nichts besser, als was der gelehrte Pariser Professor Riolanus in der Anklageschrift gegen die medicinische Chemie ausspricht, auf welche hin die Pariser Facultät (1603) das Verbot der Anwendung chemischer Präparate als Arzneien um so strenger aufrecht hielt. Die Motive der Verdammung sind hier sehr zahlreich, wir heben nur den Punkt hervor: Alchymia non est ars: quia universa consistit in praeparatione remediorum. Gegen einen solchen Beweis läßt sich nichts einwenden, und Riolan hätte nicht nöthig gehabt, des Weitern noch zu zeigen, daß die ganze Chemie, und die medicinische namentlich, eine Erfindung des Teufels sei.

Gehen wir von diesen falschen Auffassungen der Chemie über zu den richtigeren Begriffsbestimmungen, welche sich von der Mitte des 17. Jahrhunderts an finden. Lemery definirt in seinem Cours de Chymie fol-

Chemie. Begriff.

gendermaßen: La chymie est un art, qui enseigne à séparer les différentes substances qui se rencontrent dans un mixte, betrachtet also die Chemie als Scheidekunst im engeren Sinne. Stahl (nach seinen Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis) erklärt sie als die Kunst, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder hervorzubringen. Weitschweifig ist Boerhave's Definition (in den Elementa Chemiae): Chemia est ars docens exercere certas physicas operationes, quibus corpora sensibus patula, vel patefacienda, vasis capienda, mutentur, per propria instrumenta: ut definiti, et singulares, quidem effectus producti innotescant, horumque causae ipsa per effecta pateant; in varios diversarum artium usus.

So sprach sich schon damals die Ansicht über den Zweck der Chemie aus, die sich seit der Mitte des 17. Jahrhunderts nicht wesentlich geändert hat; und alle Angaben der Späteren gehen auf denselben Sinn hinaus, wenn sie auch im Wortlaut stark von einander abweichen. So findet man bei Bergman die Chemie definirt als die Wissenschaft, welche die Bestandtheile der Körper untersucht, mit Rücksicht auf ihre Natur, ihre Verhältnisse und die Art, wie sie verbunden sind; bei Macquer als die Wissenschaft, die uns mit der Natur und den Eigenschaften aller Körper durch die Zerlegung und Verbindung derselben (Analyse und Synthese) bekannt macht. Solche Definitionen kommen den heutigen so nahe, daß wir von noch neueren keine mehr anzuführen brauchen.

Studium.

Gehen wir nun zu der Beantwortung der Frage über: in welcher Weise konnte man in den verschiedenen Zeiten sich die so verschiedenartig aufgefaßte Chemie zu eigen machen? wie wechselt namentlich die Einrichtung der chemischen Lehrbücher in den verschiedenen Perioden unserer Wissenschaft?

Lehrbücher der Chemie.

Die Werke, welche während des Zeitalters der Alchemie als die Quellen angesehen werden können, aus welchen die Wißbegierigen der damaligen Zeit sich chemische Kenntnisse erwerben konnten, gestatten meist keine Berichterstattung über die Art ihrer Anordnung. Ihr Charakter ist von dem eines Lehrbuchs weit entfernt; viele davon, und die besten, sind monographisch gehalten, aber in den größeren Schriften wird nur selten ein chemischer Gegenstand in einer gewissen Vollständigkeit zusammenhängend abge-

handelt, sondern die Notizen darüber werden ganz zerstreut mitgetheilt; sehr wenige nur lassen sich entfernt mit unseren jetzigen Compendien vergleichen, und für eins derselben mögen einige Angaben hier ihre Stelle finden. Chemie. Lehrbücher.

Als eins der schulgerechter und in besserer Ordnung als alle übrigen Schriften dieses Zeitalters abgefaßten Werke können wir des G. Ripley um 1471 geschriebenes Compound of Alchymie betrachten. Die ganze chemische Wissenschaft zerfällt nach ihm in zwölf Abschnitte, die er sonst auch noch die zwölf Thore nennt, durch welche man Zutritt zu dem Geheimniß der Metallveredlung erhält (diese Abtheilung nach der Zahl zwölf war damals beliebt; Basilius Valentinus theilt seinen Tractat von dem großen Stein der uralten Weisen, an das Gleichniß des Ripley erinnernd, in zwölf Schlüssel). Diese zwölf Abschnitte lernen wir genügend aus der Vorrede kennen, wie sie Ripley selbst seinem Compendium vorgesetzt hat. Ripley. 1542

But into Chapters thys Treatis I shall devyde,
In numbre twelve, with dew recapytulatyon;
Superfluous rehearsalls I lay asyde,
Intendyng only to give trew informatyon
Both of the theoryke and practycall operatyon:
That by my wrytyng who so wyll guyded be,
Of hys intente perfyctly speed shall he.
The fyrst chapter shall be of natural Calcination;
The second of Dyssolution, secret and phylosophycall;
The third of our elementall Separation;
The fourth of Conjunction matrimonial;
The fyfth of Putrefaction then followe shall:
Of Congelation Albyficative shall be the sixt,
Then of Cybation, the seaventh shall follow next.
The secret of our Sublymation the eyght shall show;
The nynth shall be of Fermentatyon;
The tenth of our Exaltation I trow.
The elevent of our mervelose Multiplycatyon,
The twelfth of Projection; then Recapitulatyon,
And so this treatise shall take an end,
By the help of God, as I entend.

Chemie. Lehrbücher. Ripley.

Thus here the Tract of Alchemie doth end;
Which tract was by George Ripley, Chanon, penn'd.
It was composed, writt and signed his owne,
In anno twice seaven hundred seaventy-one.
Reader, assist him, make it thy desire,
That after life he may have gentle fire! — AMEN.

Gehen wir weiter vorwärts, so finden wir in dem Zeitalter der medicinischen Chemie schon bessere Schriften, wodurch die Erwerbung chemischer Kenntnisse möglich gemacht war. So weit diese auf metallurgische Agricola. Processe gehen, boten Agricola's Libri XII de re metallica (1546) gute Anleitung. Die Anlage dieses Werkes ist folgende: In den ersten sechs Büchern berichtet er über den Bergbau und das Schmelzwesen im Allgemeinen, die späteren erst haben für die chemische Metallurgie Interesse. Hier handelt er im siebenten Buche über die Probirkunst, über die dazu nöthigen Geräthschaften, die nöthige Vorbereitung der Erze, die zu wählenden Flüsse und endlich über die Prüfung der Erze (auf trocknem Wege), je nach den verschiedenen Metallen, deren Gehalt im Erz man bestimmen will. Im achten Buch wird die Zubereitung der Erze gelehrt, wo für die Chemie die Beschreibung des Röstens wie auch des Schwefelabtreibens von Interesse ist; im neunten werden die Schmelzöfen beschrieben und die Gewinnung des Queckſilbers, Antimons und Wismuths aus ihren Erzen; im zehnten wird die Scheidung der edlen Metalle von einander gelehrt; im elften das Aussaigern der edlen Metalle durch Blei und die Garmachung des Kupfers; im zwölften endlich die Bereitung der im Großen darzustellenden Salze, die Reinigung des Schwefels und die Glasbereitung (vergl. I., 105 f.).

Auch die Darstellung chemischer Präparate für die Pharmacie wurde damals durch die Abfassung von Pharmacopöen erleichtert, und diese Werke hauptsächlich waren damals die pharmaceutisch-chemischen Lehrbücher. Des Valerius Cordus Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), welches auf Verlangen des Nürnberger Raths abgefaßt worden war, stand in dieser Beziehung lange in Ansehen, obgleich verhältnißmäßig nur wenig chemische Präparate darin angeführt waren, da Cordus die einfachen Galenischen Mittel vorzog.

Beeilen wir uns aber, zu dem ersten Werke überzugehen, welches wirk-

lich als Lehrbuch der gesammten Chemie seiner Zeit gelten konnte. Es ist dies des Libavius Alchymia (1595); ihre Einrichtung ist folgende:

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

Seine Alchemie zerfällt in zwei Theile; der erste, die Encheria (ἐγχείρησις, die manuelle Behandlungsweise), beschreibt die chemischen Operationen im Allgemeinen, welche zur Ausführung der chemischen Aufgaben nöthig sind; der zweite, die Chymia, soll lehren, die chemisch eigenthümlichen Substanzen darzustellen.

Die Encheria zerfällt wieder in die Ergalia, die Lehre von den chemischen Geräthschaften, und in die Pyronomia, die Lehre von der Anwendung und der Regulirung des Feuers.

Auf diese beiden Lehren gestützt, führt die Encheria ihre Operationen aus. Diese Operationen theilen sich in die Elaboratio, das ist die Veränderung der Materie in ihrer äußeren Gestalt (durch die Auflösung, die Schmelzung, die Präcipitation, Destillation u. s. w.) und in die Exaltatio, welche Libavius als die Beilegung höherer Wirksamkeit an eine Substanz definirt, und in eine Maturatio und eine Gradatio zerfallen läßt.

Eine Menge Unterabtheilungen kommen hier noch vor; bei der Besprechung aller dieser Operationen macht er den Leser mit den chemischen Geräthschaften und Handgriffen vertraut; dann geht er zum II. Theil über.

Hier, in der Chymia, lehrt er die species chymicas darstellen; und da diese einfache oder zusammengesetzte sein können, so giebt dies den Grund zur Unterabtheilung des II. Theils. Die einfachen Species zerfallen in Magisterien und Extracte; er bespricht die Bereitung der Magisterien, wo er z. B. die Darstellung von trinkbarem Gold, Silber und anderen Metallen (Auflösungen derselben), von den pulverförmigen Magisterien (Metalle fein zu zertheilen), von den Präcipitaten, von den Metallkalken u. s. w. lehrt. Er unterscheidet noch viele Arten von Magisterien in Hinsicht ihrer Wirkung, in Hinsicht auf den Geruch, Geschmack u. s. w.; ich kann sie hier nicht alle anführen.

Die Lehre von den Extracten faßt in sich die Darstellung der Essenzen, Säfte, Arcana, der sog. (officinellen) Wasser, der Alkalien, Krystalle, Vitriole, der Turpethe u. s. w.

Die zusammengesetzten Species sind die Elixire (dahin gehört z. B. Terpenthinöl, worin Schwefel gelöst ist, und überhaupt die aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzten chemischen Arzneien) und die mehrfachen Arten von Clyssus[1]),

[1]) Die Bedeutung des Wortes Clyssus ist sehr unbestimmt. Libavius' Ansicht

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

welche er definirt, als Zusammensetzungen verschiedener Arten derselben Substanz.

Das Vorstehende zeigt, daß Libavius nur praktische Chemie in seinem Lehrbuche behandelt; theoretische Betrachtungen finden sich nicht darin. Ein systematisches Ganzes sucht er herzustellen durch die Classification der Operationen, in der Weise, wie es der obige Ueberblick einigermaßen kennen lehrt.

Die Lehrbücher, welche zunächst als die besten betrachtet wurden, waren Beguin's [1]) Tirocinium chemicum (1608), was aber vorzugsweise die mediciniſche Chemie enthält, dann Le Fèvre's [2]) Traité de chymie (1660), der besonders der Ausbreitung der Chemie genützt hat, Glaser's [3]) gleichnamige Schrift (1663), und Ettmüller's [4]) Chemia experimentalis atque rationalis curiosa (1684). Alle diese übertraf N. Lemery's

---

darüber geht dahin, daß er z. B. Wein und Weinstein als verschiedene Arten derselben Substanz betrachtet, aber auch das Laugensalz aus dem Weinstein. Löst man dieses Laugensalz in Wein, so ist die Verbindung ein Clyssus. Ebenso die Mischung von Wein mit Essig, der aus Wein entstanden ist, u. a. — Später versteht man unter Clyssus etwas ganz Anderes, nämlich die Dünste, welche bei Verpuffung einer Substanz aufsteigen und sich sammeln lassen; unter Salpeterclyssus das flüchtige Product, welches bei Verpuffung des Salpeters mit Kohle erhalten werden soll, unter Schwefelclyssus das der Verpuffung des Schwefels mit Salpeter u. s. w. In Bezug hierauf erklärt man auch die Etymologie des Wortes, und leitet es von κλύζειν, plätschern, ein Geräusch machen, ab.

[1]) Johann Beguin, Almosenier Ludwig's des XIII. von Frankreich, beschäftigte sich viel mit Chemie und Bergbauwissenschaft; um die letztere zu studiren, durchreisete er Italien, Deutschland und Ungarn. Näheres über seine Lebensverhältnisse ist nicht bekannt.

[2]) Nicolas Lefebvre oder Le Fèvre, wie er verschiedenartig geschrieben wird, war auf der protestantischen Akademie zu Sedan gebildet. Er wurde Demonstrateur an dem Jardin des Plantes, welche Stelle er bis 1664 ungefähr bekleidete, zu welcher Zeit er einem Rufe nach London folgte.

[3]) Christoph Glaser, aus Basel gebürtig, wurde 1664 an Lefebvre's Stelle als Demonstrateur der Chemie am Jardin des Plantes berufen; er war außerdem noch Apotheker des Königs. Er wurde in den Brinvilliers'schen Proceß mit hineingezogen, verlor dadurch seine Stelle und verließ Frankreich.

[4]) Michael Ettmüller war geboren zu Leipzig 1644; er studirte hier Medicin und durchreisete dann Italien, Frankreich und England. Nach seiner Rückkehr wurde er Professor der Medicin an der Leipziger Universität. Er starb 1715.

Chemie. Lehrbücher. Lemery.

Cours de Chymie (1675), welchem man so viel Autorität beilegte, daß wir hier einen Augenblick dabei verweilen müssen.

Dieses Werk zerfällt, nach einer Einleitung, worin über die chemischen Grundstoffe im Allgemeinen (vergl. Elemente) und über die Geräthschaften, Manipulationen und Kunstausdrücke gehandelt wird, in drei Theile.

I. Theil. Von den mineralischen Stoffen. Beschreibung der Metalle, ihrer Darstellung, und der Bereitung der Präparate, welche sich aus ihnen hervorbringen lassen; in derselben Weise handelt er noch über den Kalk, den Kiesel, den Blutstein, die Korallen, das Kochsalz, den Salpeter, den Salmiak, den Vitriol, den Alaun, den Schwefel, den Bernstein und den Amber.

II. Theil. Von den vegetabilischen Stoffen. Es werden die officinellen Präparate aus den verschiedenen Pflanzen abgehandelt, ebenso spricht er hier über den Wein und Weingeist, den Essig, den Weinstein und die Kalisalze.

III. Theil. Von den animalischen Stoffen. Hier ist nur die Rede von den Vipern und ihrer Destillation, vom Urinsalz, vom Honig und vom Wachs.

Lemery giebt für verschiedene Operationen schon theoretische Erklärungen; in der Geschichte der Lehre von der Verwandtschaft werde ich darüber berichten.

Ein anderes Lehrbuch, welches damals noch viele Leser und vielen Beifall fand, war Barner's [1]) Chymia philosophica (1689); es war dies ganz im Geist der iatrochemischen Theorie geschrieben und alle Erklärungen auf den Gegensatz der Säuren und Alkalien gegründet; doch suchte es die Chemie als eine Wissenschaft, nicht bloß als eine Kunst, hinzustellen und verdient deßhalb hier Erwähnung. Noch viele solcher Compendien ließen sich hier namhaft machen, wir gehen indeß gleich über zu der Betrachtung derjenigen Werke, welche im Anfang des 18. Jahrhunderts vorzugsweise Anleitung zum Studium der Chemie abgaben, und zwar wollen wir hier zuerst Boerhave's Elementa Chemiae genauer besprechen,

[1]) Jacob Barner, geboren zu Elbing 1641, studirte zu Leipzig die Heilkunde. Er wurde Physikus in seiner Vaterstadt, später Leibarzt des Königs von Polen, und starb 1709.

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

sodann über die Einrichtung der Lehrbücher nach Stahl's Ansichten berichten.

Der Inhalt von Boerhave's Elementa Chemiae (1732) ist so umfassend, daß nur verhältnißmäßig kurze Andeutungen über denselben mir hier gestattet sind. — Das Werk zerfällt in zwei Theile; der erste enthält die Theoria artis, der zweite die Operationes artis.

In der theoretischen Chemie bespricht Boerhave zuerst den Zweck des Gegenstandes; er will aus guten Beobachtungen allgemeine Wahrheiten ableiten, welche die einzelnen Erscheinungen in sich fassen. Sodann giebt er einen Ueberblick über die Geschichte der Wissenschaft.

Dann wendet er sich zu der Ausführung seines Vorsatzes, und macht hier zuerst mit den Substanzen vertraut, welche für die chemischen Untersuchungen in Betracht kommen. Er theilt sie wieder in mineralische, vegetabilische und animalische, und geht sie rasch durch, die ersteren am weitläufigsten, und zwar nach folgender Ordnung: die Metalle, die Salze, den Schwefel, die Steine, die Halbmetalle. Dann spricht er von dem Nutzen der Chemie für die Medicin und für die Künste. Jetzt kommt die eigentliche theoretische Chemie; zuerst seine klassische Zusammenstellung über das Feuer (die Wärmelehre). Er berichtet über die Wirkungen des Feuers oder vielmehr über die Erscheinungen, welche seine Wirksamkeit erkennen lassen, und nennt als solche: Wärme, Licht, Farbe, Ausdehnung, Veränderung der Materie (Verbrennung oder Schmelzung). Er geht diese verschiedenen Erscheinungen durch, und erläutert sie durch zweckmäßige Versuche; die Lehre von der Ausdehnung ist namentlich vortrefflich dargestellt, der Gebrauch des Thermometers darin erläutert und seine Wichtigkeit für die Chemie gezeigt. Dann handelt er über die Entstehung der Wärme durch Reibung, Stoß, durch die Sonnenstrahlen. Er kommt nun auf den Nahrungsstoff des Feuers (die Verbrennlichkeit im Allgemeinen). Die Erzeugung von Wärme bespricht er weiter, insofern sie durch Mischung von Flüssigkeiten hervorgebracht wird; er zeigt zugleich, daß durch Auflösung der Salze in Wasser Kälte entsteht. Weiter wird von den Körpern gehandelt, welche durch bloße Berührung mit der Luft Wärme entwickeln, wie der Phosphor und der Pyrophor. Endlich noch von der Einwirkung des Feuers, sofern es zersetzt und verbindet. In einem andern Abschnitt handelt er die Lehre von der Luft ab, die Eigenschaften dieses Körpers, die Beimengungen (Wasser, Wolken, Dünste), die Entstehung von Luft (hier Gas überhaupt) durch Gäh-

rung, Fäulniß, chemische Einwirkung verschiedener Substanzen auf einander, das Vorhandensein von Luft in Flüssigkeiten und ihre Austreibung durch Sieden, durch Gefrieren oder durch Auflösen von Salzen. Der nächste Abschnitt bringt die Lehre vom Wasser, seinen physikalischen Eigenschaften, seiner auflösenden Kraft, seiner Anwesenheit in den verschiedenartigsten Substanzen, welche namentlich durch die Verbrennung erkannt werde. Es folgt der Abschnitt über die Erde; in ähnlicher Weise bearbeitet, aber weniger richtige Resultate zum Vorschein bringend. Nun aber kommt die wichtigste chemische Theorie, das Kapitel über die Auflösungsmittel (Menstrua), unter welchem er die Lehre von der Verwandtschaft begreift. Menstruum nennt er nämlich jeden Körper, der auf einen andern chemische Verwandtschaft ausüben, ihn in chemische Verbindung bringen kann; es giebt also feste wie auch flüssige Menstrua. Er bespricht die Art ihrer Wirkung auf einander, daß sie den beiden sich vereinigenden Körpern gemeinsam zusteht, durch Wärme angeregt wird u. s. w., daß in der chemischen Verbindung die Bestandtheile ungeändert bleiben. Er unterscheidet die mechanische Zertheilung eines Körpers von der chemischen, welche er bei dem Eingehen in eine Verbindung erleidet, und giebt die Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen, eine nur mechanisch wirkende Ursache als ungenügend ansehend. Dann geht er die einzelnen Substanzen durch und bespricht ihre Verwandtschaft zu anderen; hier giebt er die theoretische Chemie für die einzelnen Substanzen, die wichtigsten nach ihren Eigenschaften charakterisirend und vorzüglich hervorhebend, inwiefern sie sich mit anderen zu vereinigen vermögen. — Ein Abschnitt über die chemischen Geräthschaften macht den Schluß des theoretischen Theils seines Lehrbuchs.

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

Der II. Theil enthält die chemischen Operationen; er stellt diese besonders zusammen, um nicht in der theoretischen Chemie durch Anführung aller der Processe, welche ein Chemiker kennen muß, den Ueberblick zu verlieren. Viele chemische, viele pharmaceutische Processe (227 in Allem) sind hier genau beschrieben, und zugleich die Eigenschaften und die Anwendung der Präparate angeführt.

Bei dieser Zusammenstellung konnte es natürlich für uns nur Zweck sein, über die Art der Anordnung, nicht über die Reichhaltigkeit des Inhalts, einen Begriff zu geben. Die Trennung der theoretischen Chemie von der Beschreibung der Operationen, in welch letzteren z. B. noch für Libavius die ganze Wissenschaft bestanden hatte, wird von den chemischen Schriftstellern

Chemie. Lehrbücher. Stahl.

zu Boerhave's Zeit allgemein fast schon angenommen. Stahl befolgt in seinen Vorlesungen eine gleiche Eintheilung; wir wollen seine Art, die Wissenschaft vorzutragen, aus einer schnellen Analyse der Fundamenta Chemiae dogmaticae et rationalis kennen lernen.

Bei seiner Eintheilung in theoretische und praktische Chemie haben wir hier nur den Gang zu betrachten, den er für die Entwicklung der ersteren einschlägt.

Nach der Definition der Chemie kommt die Unterscheidung von Elementen und Verbindungen, dann eine Betrachtung über die Verschiedenheit der chemischen Operationen, je nachdem sie zerstören oder schaffen, und die Beschreibung des chemischen Apparates.

Er lehrt nun die wichtigsten chemischen Substanzen kennen, und beginnt mit den Salzen; diesen fügt er bei, als zusammengesetztere, den Zucker, Weinstein, Kalk u. s. w. — Dann geht er über zum Schwefel, Zinnober, Antimon, den Harzen und Oelen. Es folgt die Beschreibung der Metalle. Hiermit schließt sich der erste Abschnitt; anhangsweise spricht er von dem Mercur (im alchemistischen Sinne genommen), dem Steine der Weisen und der Universalmedicin.

Im zweiten Abschnitte wird über den Unterschied der festen und flüssigen Körper gehandelt, über Auflösung und Verbindung, über die Wirkungen der Wärme, Sieden, Verflüchtigen, Schmelzen, Verkalken und Verbrennen u. s. w. Dann nochmals über die Salze, in Rücksicht auf ihre Entstehung und Verwandlung, über den Schwefel und die Verbrennlichkeit, über die Natur des Phosphors, der Metalle und Mineralien. Für alle Körper giebt er hier Definitionen (die Säuren sind unter den Salzen abgehandelt). Weiter wird die Reduction der Metallkalke gelehrt. — Sodann handelt er über Feuer, Wasser, Luft und Erde als chemische Agentien, und bringt nochmals verschiedene schon früher berührte Gegenstände zur Sprache.

Im dritten Abschnitt handelt er die Lehre von der Gährung, die Lehre von den Salzen und die Lehre von der Verbrennung vollständiger ab; in der letzteren wird die Phlogistontheorie entwickelt.

Das hier Mitgetheilte genügt, um in diesem Werk eine weit ungenügendere Anordnung zu erkennen, als welche Boerhave seinem Lehrbuche zum Grunde gelegt hatte. Freilich sind auch die Fundamenta, so wenig als irgend ein anderes unter Stahl's Namen erschienenes vollständigeres Compendium, von ihm selbst für den Druck ausgearbeitet worden; doch aber

stützt es sich auf seine Vorlesungen, und galt seiner Zeit für eins der vorzüglichsten Hülfsmittel der Wissenschaft, weßhalb wir es hier besprechen mußten.

Stahl's Schüler suchten die Theorie ihres Lehrers in mehr Verband noch mit den Einzelnheiten der Chemie zu bringen, besonders auch eine bessere Ordnung in ihren Lehrbüchern zu wahren, und die theoretischen Ansichten nicht mehr an Einem Orte nur vorzutragen, sondern die sich darauf gründenden Erklärungen überall einzustreuen. Bei der großen Zahl von Lehrbüchern, welche übrigens damals herausgegeben wurden, läßt sich hier auf eine speciellere Darlegung ihres Inhalts nicht mehr eingehen. Im Allgemeinen nur mag bemerkt werden, daß die fortgesetzten Arbeiten über die Affinität, und namentlich die bald folgenden Untersuchungen Bergman's, dem allgemeinen Theile der theoretischen Chemie die Gestaltung ungefähr gaben, welche sich seitdem erhalten hat; die Trennung der Chemie in die der mineralogischen Substanzen einerseits und die der vegetabilischen und animalischen andrerseits wurde später in der Unterscheidung der organischen und unorganischen Chemie fester bestimmt (vergl. die specielle Geschichte der organischen Chemie).

Mit der Anerkennung der antiphlogistischen Theorie wurde auch die Ordnung, in welcher die Lehrbücher unserer Wissenschaft geschrieben waren, eine andere. Die vorzüglicheren Lehrbücher der antiphlogistischen Chemie aus der früheren Zeit befolgen ungefähr die Ordnung, daß sie nach einer Einleitung, welche die Affinitätserscheinungen vorläufig kennen lehrt, die einfachen Stoffe zuerst vornehmen, und die Verbindungen dieser unter einander, also namentlich den Verkalkungs- und Verbrennungsproceß, erörtern. Mehrere trennten von den einfachen Stoffen als unzerlegte die Laugensalze, Erden und Metalle, und handelten diese besonders ab. Dann kam die Chemie der zusammengesetzteren Stoffe an die Reihe, die Salze, die organischen Substanzen; und ein Ueberblick über die chemischen Operationen und Geräthschaften schloß das Ganze. So war die Anordnung vieler Lehrbücher aus dem letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, welchen Lavoisier's Éléments de Chimie als Vorbild dienten.

Viele der wichtigeren Lehrbücher aus der letzten Zeit der Phlogistontheorie und aus unserem Zeitalter habe ich bereits in dem I. Theile bei den Schriften der dort besprochenen Chemiker angeführt. Eine vollständigere Uebersicht hier zu geben, scheint mir wenig gerathen; die bloße Aufzählung

der Titel liegt nicht im Plane dieser Geschichte, und ein genaueres Eingehen in ihren Inhalt wird um so schwieriger, je verschiedenere Ansichten über die Klassification durch die immer sich mehrende Menge der Thatsachen und Kenntnisse veranlaßt worden sind. Einen Begriff über die Lehrbücher der Chemie in der älteren Zeit zu geben, und nur für so lange, bis sich ihre Anordnung der heutigen einigermaßen anschließt, war allein der Zweck dieser Zusammenstellung.

Lehrstühle der Chemie.

In welcher Weise die Chemie früher gelernt wurde, läßt sich aus dem Vorhergehenden schon einigermaßen ersehen. Als Lehrgegenstand der Universitäten wurde sie erst während des Zeitalters der medicinischen Chemie behandelt, und die Professoren der Medicin trugen sie als einen Theil ihrer Wissenschaft vor. Doch wurden die chemischen Lehren noch längere Zeit nur mit den medicinischen gemischt dargestellt; Johann Hartmann (geboren 1568 zu Amberg, gestorben 1631 zu Marburg) trug zuerst die Chemie speciell an der Hochschule zu Marburg vor; an anderen Universitäten geschah dies bald auch, in Jena z. B. wurde 1629 erster Professor der Chemie Werner Rolfink, einer der frühesten Widersacher der Alchemie. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts wurde auch der Lehrstuhl der Chemie an dem Jardin des plantes zu Paris gegründet, und diese Wissenschaft ihrem theoretischen und experimentalen Theile nach behandelt, indem ein Professeur die Theorie vortrug, worauf ein besonderer Demonstrateur die Ausspräche des ersteren durch Versuche erläuterte. Wilhelm Davisson, ein schottischer Arzt, wurde als erster Professor der Chemie an diese Anstalt berufen.

Laboratorien.

Nachdem man einmal angefangen hatte, die Chemie als einen besonderen Lehrgegenstand auf Universitäten zu behandeln, sah man bald auch die Nothwendigkeit ein, praktische Uebungen damit zu verknüpfen und öffentliche Laboratorien zu errichten. In dem 16. Jahrhunderte noch existirten nur Laboratorien zu alchemistischen Zwecken, und größere wurden zu diesem Ende von Fürsten unterhalten; diese Anstalten wurden in Deutschland von dem Volke (so namentlich in Dresden) als Goldhäuser benannt. Ueber ihre beste Einrichtung machte am Ende des 16. Jahrhunderts Libavius Vorschläge; in den Commentarien zu seiner Alchemie giebt er Bauriße zu einem so großartigen Laboratorium, wie wohl nie ein solches wirklich aus-

geführt worden ist; nicht allein die Bedürfnisse für chemische Arbeiten sind vorgesehen, sondern auch die Befriedigung sonstiger Genüsse ist in seinem Vorschlage bedacht. Da fehlen nicht Gartenanlagen, nicht Säulengänge zum Spazierengehen bei schlechtem Wetter, nicht Bäder. Nicht vergessen ist die cella vinaria, cujus spiracula meridionalia maxima ex parte debent esse clausa, wie Libavius vorsichtig bemerkt. Aber es dauerte noch lange, bis man an die Construction größerer Laboratorien dachte. Erst gegen das Ende des 17. Jahrhunderts wurden öffentliche Laboratorien als Hülfsmittel des akademischen Unterrichts eröffnet; das erste Institut dieser Art leitete Professor Hofmann [1]) zu Altorf; es war 1683 durch den Rath zu Nürnberg gegründet worden. — Damals schon waren die Laboratorien großer Autoritäten zugleich auch die Schule weiterstrebender Chemiker; in Boyle's Laboratorium z. B. bildeten Homberg und Fr. Hoffmann ihre chemischen Kenntnisse weiter aus. — Zu den ersten Laboratorien als Staatsanstalten gehörte auch das zu Stockholm, gleichfalls 1683 durch Karl XI. gegründet, der darin auf Kosten der Staatskasse und zunächst für das Bergcollegium chemische Versuche anstellen ließ; Urban Hiärne [2]) war der erste Vorsteher dieser Anstalt. Laboratorien.

Nach dieser Uebersicht des Begriffs der Chemie und der Art, wie sie gelehrt wurde, wollen wir jetzt zu der geschichtlichen Betrachtung der einzelnen Operationen übergehen, da einige kurze Notizen über ihre erste Ausführung in einer solchen Zusammenstellung vielleicht nicht ohne Interesse sind. Chemische Operationen.

Die ältesten chemischen Operationen sind ohne Zweifel diejenigen, welche auf der Einwirkung höherer Temperatur beruhen. Der Schmelzproceß gehört hierher, und er machte wohl zuerst künstliche Vorrichtungen nöthig, welche zur Construction chemischer Geräthschaften überhaupt leiteten. Das Feuer war es auch, in welchem die meisten Chemiker bis vor wenigen Jahrhunderten das hauptsächlichste chemische Agens sahen. Wärmeapplication.

---

[1]) Johann Moritz Hofmann war 1621 zu Fürstenwalde in Brandenburg geboren, bezog 1638 die Universität Altorf, 1641 die zu Padua, wo er 1645 Professor der Medicin wurde; nach Altorf 1648 zurückberufen, starb er daselbst 1698.

[2]) Urban Hiärne war 1641 in Ingermannland geboren; er studirte zu Upsala Medicin und bildete sich dann durch Reisen in England und Frankreich weiter aus. Nach seiner Zurückkunft nach Schweden wurde er zum Leibarzt des Königs ernannt. Er starb zu Stockholm 1724.

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

Um die Hitze zweckmäßig auf einen Körper einwirken zu lassen, bediente man sich sehr frühe schon der Oefen. Moses (um 1500 v. Chr.) erwähnt der Eisenschmelzöfen; Ziegelöfen werden in den Büchern des alten Testaments häufig genannt [1]). Plinius, im 1. Jahrh. nach Chr., spricht schon von der großen Verschiedenheit der zu metallurgischen Zwecken dienenden Oefen, ohne indeß auf ihre Beschreibung näher einzugehen; an dem Schmelzofen (κάμινος der Griechen, fornax der Lateiner) unterscheidet er kunstgemäß die Seiten (latera), das Innere (camera) und die Mündung (os).

Ueber die Fortschritte, welche den Hülfsmitteln zur Wärmeapplication bei den Alexandrinern zu Theil wurden, haben wir keine genauere Nachricht. Die Araber wandten aber viel Fleiß darauf, und beschrieben ihre Einrichtungen deutlich. Geber, in seinem Werk de fornacibus construendis, unterscheidet und beschreibt die Oefen zum Calciniren, zum Destilliren und zum Schmelzen.

Die Abendländer übernahmen (im 13. Jahrh.) von den Arabern mit den chemischen Kenntnissen auch besondere Vorliebe für pyrochemische Versuche, und suchten namentlich die Oefen zu verbessern. Bei ihnen findet sich zuerst der Athanor in allgemeinerem Gebrauch (von ἀθάνατος, unsterblich, ewig, immerwährend), dessen Brennmaterial sich immer wieder von selbst aus einem größeren Vorrathe ersetzt, und der für die langwierigen alchemistischen Operationen besonderen Werth hatte. Der Name kommt schon bei Albucases vor; Raymund Lull beschrieb ihn genau; ein besonderer Lobpreiser des Instruments war später Paracelsus.

Unter ihren Nachfolgern (im 15. Jahrh.) erwähnen wir Thomas Norton's, dessen Wahlspruch Totum consistit in ignis regimine damals allgemeine Beistimmung fand. Er sucht auch zur Regulirung des Feuers besondere Oefen zu construiren, und spricht viel von seinen wichtigen Erfin-

---

[1]) Bei mehreren Schriftstellern findet man die Angabe, L. A. Seneca (im 90. Briefe) spreche von dem Democrit von Abdera als dem Erfinder des Reverberirofens. Am angeführten Orte finde ich nur Folgendes, was zu jener Aussage Anlaß gegeben haben kann: Democritus, inquit (Posidonius), invenisse dicitur fornicem, ut lapidum curvatura paulatim inclinatorum medio saxo adligaretur (daß eine Krümmung wenig geneigter Steine durch einen Mittelstein festgehalten wird). Hier ist aber keine Rede von einem Reverberirofen. Sollte man fornix, das Gewölbe, mit fornax, der Ofen, verwechselt haben?

dungen: von einem Ofen, worin man sechzig Operationen bei gleicher Hitze auf einmal ausführen könne (mag der erste Galeerenofen gewesen sein), von einem andern, an dessen verschiedenen Orten die Hitze verschieden sei, und endlich von einem Registerofen, wo die Regulirung der Wärme durch Schieber in dem Schornsteine bewirkt worden zu sein scheint. Chemische Operationen. Wärmeapplication.

In dem 16. Jahrhundert machte sich vorzüglich Agricola um die bessere Einrichtung der Oefen verdient, namentlich der zu metallurgischen und dokymastischen Versuchen dienenden. Für andere chemische Operationen verbesserte im folgenden Jahrhundert Glauber die früheren Einrichtungen; seine Furni novi philosophici behandeln namentlich solche Vorrichtungen, wie sie für die Destillation am zweckmäßigsten sind. Die Versuche auf trocknem Wege waren aber immer noch die vorzüglich gewählten (ein Chemiker jener Zeit nannte sich im höheren Styl nur philosophum per ignem), und Glaser's (1663) für sein Lehrbuch gewähltes Motto: Sine igni nihil operamur, die Meinung aller seiner Zeitgenossen. Unter diesen zeichnete sich auch hierin Becher aus, und beförderte namentlich die Einrichtung tragbarer Oefen, die bis dahin wenig, oder nur geringe Hitze gebend, angewandt worden waren. Einen solchen Ofen, — welcher zum Destilliren (für feinere Operationen mittelst des Aufsatzes eines Wasserbades von einer Construction, die an den Beindorff'schen Apparat erinnert), zu gewöhnlichen Glühversuchen, und zur Hervorbringung der stärksten Hitze mittelst eines vorgelegten Gebläses dienen kann, — beschreibt er in seinem Laboratorium portatile (in dem überhaupt Alles, was damals für ein Laboratorium für nöthig erachtet wurde, mit solcher Genauigkeit verzeichnet ist, daß selbst Pes leporinus pro verrendis pulveribus, Mantile et Praecinctorium, Supparus vel Perizoma lineum und Tobaccus, Pipae et candela in Erinnerung gebracht werden). Diese tragbaren Oefen noch mehr zu verbessern, um die Hitze darin noch weiter treiben zu können, suchte vorzüglich Pott (um 1750); auch der Schwede von Engeström brachte (1772) noch Verbesserungen an, und trug dazu bei, die tragbaren Oefen in allgemeineren Gebrauch zu bringen.

Die neueren Angaben für die Construction von Oefen brauchen wir hier nicht aufzuzählen; gegen 1800 hatten diese Geräthschaften schon eine der jetzigen ziemlich nahekommende Gestalt.

Wir müssen hier auch Einiges über das Brennmaterial anführen, dessen man sich zu den verschiedenen Zeiten bediente. Schon Theophrast

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

(im 4. Jahrh. v. Chr.) erwähnt der Steinkohlen und daß sie zu denselben Zwecken wie die Holzkohlen dienen können; er berichtet auch, daß die ersteren seiner Zeit bereits in den Schmelzereien und bei den Schmieden in häufigem Gebrauch waren. Geber heizte viel mit Holz und schreibt zur Erlangung starker Hitze hartes, zur Erlangung schwacher Hitze weiches Holz vor. — Mit Torf heizten die Einwohner Flanderns schon im 14. Jahrhundert; für die Laboratorien empfahl dieses Brennmaterial Boyle, besonders für Destillationen, und suchte auch den Steinkohlen in diesen Anstalten mehr Eingang zu verschaffen. Seiner Zeit wurden diese zu ähnlichen Zwecken nur von den Scheidewasserfabrikanten angewandt, allein Boyle fand sie auch für andere Operationen brauchbar, namentlich wenn sie vorher schon einmal gebrannt (in Coaks verwandelt) seien.

Die bloße Anwendung der chemischen Oefen gewährte indeß nicht hinlängliche Mittel, um für jede Operation den angemessenen Wärmegrad zu erhalten. Für sehr hohe Temperaturen benutzte man bald die Einrichtungen anderer Gewerbe; Kunkel wandte die Hitze des Glasofens zu chemischen Operationen manchmal an, der Franzose Darcet (1766) die des Porzellanofens, um viele Substanzen dem stärksten Feuer auszusetzen. Aber auch für die sichere Anwendung gelinderer Temperatur hatte man schon früher Hülfsmittel erfunden und sie allmälig weiter ausgebildet. Ueber die wichtigsten davon wollen wir Einiges berichten.

Geber bereits wandte das Wasserbad an, Albertus Magnus und alle Folgenden bedienten sich desselben gleichfalls; es trug bei den Abendländern die Bezeichnung balneum Mariae. Geber bediente sich auch eines Aschenbades, ganz so, wie man bald darauf das Sandbad anwandte; Paracelsus glaubte besondere Vorzüge in einem Bade von Eisenfeilen zu finden. Er nahm auch zuerst das Dampfbad in Gebrauch, das nachher, besonders auf des Italieners Johann Costäus (um 1600) Empfehlung, zur Destillation der feineren aromatischen Wässer gewöhnlich angewandt wurde.

Die so erzeugte Wärme war indeß den Alchemisten oft noch nicht schwach genug. Schon Geber setzte deßhalb, um die Auflösung durch gelinde Wärme zu befördern, das Gefäß in Mist; besonders häufig aber wandte das Roßmistbad Raymund Lull an, und vermehrte die durch die Gährung jener Substanz entstehende Wärme durch einen Zusatz von Kalk; er wandte auch Bäder von gährenden Weintrestern, von Lohe und ähnli-

chen Subſtanzen an. Raymund Lull's Autorität brachte das Miſtbad bei den Abendländern in beſondern Credit; der Erſte, welcher wirkſam gegen dieſe Unreinlichkeit eiferte, war Baſilius Valentinus. Dieſer verwirft in der »Wiederholung vom großen Stein ꝛc.« die guten Wärmeapplicationen mit den ſchlechten: »Lampenfeuer mit spiritu vini iſt nichts nütze, denn eine überſchwengliche Unkoſt würde dadurch gewirkt; Roßmiſt aber iſt ein Verderb, und kann damit die Materia durch keine vollkommene Gradus abſolvirt werden.« Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

Aus dieſer Stelle erſieht man, daß der Gebrauch der Spirituslampen im 15. Jahrhundert bereits verſucht war. Allein erſt in dem 17. Jahrhundert fanden ſie für genauere wiſſenſchaftliche Forſchungen Anwendung; Boyle empfahl ſie in ſeinem tractatus de infido experimentorum successu, und verſicherte, der Weingeiſt gebe eine ſtärkere Lampenhitze als Oel; eine Spirituslampe wandte er auch bei den Verſuchen an, wo er Blei ſchmolz und verkalkte, und die Abſorption der Luft dabei nachwies. In dem folgenden Jahrhundert nahm der Gebrauch der Lampen noch mehr zu; doch wandte man jetzt häufig Oellampen an und verband mehrere zu einem beſonderen Apparat, dem Lampenofen. Einen ſolchen beſchrieb z. B. Baumé 1773 in ſeiner Chymie experimentale et raisonnée, einen andern Göttling 1794, und dieſe Einrichtungen kamen namentlich bei den Dilettanten in der Chemie viel in Gebrauch. Vorzüglich wichtig wurde für die chemiſchen Unterſuchungen der Gebrauch der Lampe, als Argand (1783) ſeine bekannten Verbeſſerungen daran angebracht hatte; Guyton Morveau conſtruirte (1798) eine chemiſche Lampe nach dieſem Princip, welche ihrer Zeit für die Chemiker das war, was uns jetzt die Berzelius'ſche Spirituslampe.

Um möglichſt ſtarke Hitzegrade hervorzubringen, verſuchten die Chemiker der verſchiedenen Zeitalter ſehr verſchiedene Mittel. So wandte ſchon Paracelſus Brennſpiegel und Sammelgläſer an, um das Verhalten der Körper in ſehr hoher Temperatur zu unterſuchen, und dieſe Inſtrumente waren lange Zeit für ſolchen Zweck die wirkſamſten Mittel. So erkannte man mittelſt derſelben am Ende des 17. Jahrhunderts die Verbrennlichkeit des Diamants. Im Anfange des folgenden wurden damit noch zahlreichere Verſuche zur Erweiterung der chemiſchen Kenntniſſe angeſtellt, bald nachher, als Tſchirnhauſen Brenngläſer von bis dahin unbekannter Wirkſamkeit conſtruirt hatte. Homberg 1702, St. F. Geoffroy 1709 waren in

Chemische Operationen. Wärmeapplication.

solchen Untersuchungen besonders thätig. Noch 1774 war der höchste Hitzegrad nur mittelst großer Brenngläser zu erhalten, und mit einem verbesserten Apparate der Art operirte damals in Paris eine Commission, bei welcher sich auch Macquer und Lavoisier befanden. Bald indeß trat ein neues Hülfsmittel an die Stelle dieser Werkzeuge; Priestley hatte 1774 gleich bei der Entdeckung des Sauerstoffgases die ungemeine Fähigkeit desselben, die Verbrennung zu unterhalten, dazu angewandt, um starke Hitze damit hervorzubringen. Er leitete das Gas auf eine glühende Kohle, welche den zu erhitzenden Körper trug; dieselbe Vorrichtung wandte Lavoisier 1782 an, und untersuchte die Schmelzung und Veränderung vieler bis dahin als durch Feuer unzerstörbar betrachteter Körper. Noch größere Hitze erlangte Marcet 1813, indem er einen Strom von Sauerstoffgas auf die Flamme einer Weingeistlampe richtete. Eine noch stärkere Hitze fand man in der Verbrennung von Wasserstoff durch Sauerstoff; der älteste Apparat dafür wurde durch Hare (1801) angegeben, er ließ die beiden Gase erst im Moment der Verbrennung zusammentreten; eine Vorrichtung, um die beiden Gase zusammen zu comprimiren und das ausströmende Gemisch zu entzünden, construirte zuerst Newmann 1816.

Soviel über die verschiedenen Vorrichtungen zur Wärmeapplication. Ihre Leistungen bestimmte man in den verschiedenen Zeitaltern sehr verschieden. Geber unterscheidet für die höheren Temperaturen drei Grade, und bestimmt diese nach der Dicke des Ofens, in welchem sich um so stärkere Hitze hervorbringen lasse, je dicker seine Wände seien. So unbestimmt blieb die Temperaturangabe lange. Noch Libavius unterscheidet vier Wärmegrade in der Art, daß der erste der Hand noch nicht weh thun soll, der zweite soll der Hand weh thun, aber sie noch nicht verletzen, der dritte Grad ist die Temperatur des glühenden Eisens, der vierte der, welchen man überhaupt noch hervorbringen kann. Größere Genauigkeit brachte erst Boerhave in die Temperaturbestimmung der Chemiker, indem er die Unentbehrlichkeit des Thermometers bei chemischen Untersuchungen nachwies. In seinem Lehrbuche der Chemie finden sich zuerst genauere Temperaturangaben für Siede- und Schmelzpunkte u. s. w.; er drückte sie in Fahrenheit'schen Graden aus (Thermometer in der jetzigen Gestalt, mit einer Flüssigkeit gefüllt, construirten zuerst die Mitglieder der Academia del Cimento um die Mitte des 17. Jahrhunderts, um 1714 wandte Fahrenheit das Queckſilber zum Füllen derselben an). Sechs Grade der Wärme

nahm er für chemische Operationen an; der erste begreift die Temperaturen, innerhalb welcher die Pflanzen Lebenskraft zeigen, von 0° Fahrenheit bis 80°, der zweite die, wo Thiere leben, von 40° bis 94°, der dritte von da bis zur Temperatur des siedenden Wassers (212°), der vierte bis 600°, wo Vitriolöl und Quecksilber kochen, der fünfte Grad die höheren Temperaturen, welche durch Verbrennung hervorgebracht werden, der sechste endlich die stärkste Hitze, welche die Brenngläser ergeben. Immer mehr aber kamen solche Eintheilungen außer Gebrauch, und die Angabe nach Thermometergraden führte sich seit Boerhave allmälig ein. Chemische Operationen. Wärmeapplication.

Die verschiedenen Manipulationen, welche man mit Hülfe dieser Einrichtungen vornahm, können unmöglich hier alle ausführlicher historisch erörtert werden. Das Schmelzen mag die älteste derartige Operation sein; besondere Gefäße dazu aber ersannen erst die Alchemisten. Bei Plinius und Dioscorides werden Gefäße zu diesem Zwecke nur allgemein als Geschirr (mit denselben Worten wie für Kochgeschirr) bezeichnet; Geber bediente sich besonderer Schmelztiegel; Glauber rühmt schon die Almeroder als die besten. Um das Calciniren der Metalle bei dem Schmelzen zu verhüten, überdeckte sie schon Geber mit Glas oder Borax (wenn anders die lateinischen Uebersetzungen sich des letztern Namens mit Recht bedienen); über die anderen Flußmittel werde ich bei der speciellen Betrachtung der sie constituirenden Substanzen berichten. — Das Calciniren war eine schon im Alterthum oft angewandte Operation, die theils nebenbei ausgeführt wurde (in den Cyprischen Kupferwerkstätten erhielt man z. B. durch Glühen des Kupfers das Oxyd desselben), theils zur Darstellung technischer Fabrikate (wie bei dem Bleioxyd und der Mennige), theils zur Arzneibereitung (wie bei dem Zink). Oeftere Erneuerung der Oberfläche bei geschmolzenem Metall, durch Umrühren, war bereits als die Calcination befördernd erkannt. Soviel lehren uns die Nachrichten von Plinius und Dioscorides. Auch später noch war die Calcination das vorzüglichste Mittel, um Metalloxyde darzustellen; für Geber war diese Operation so wichtig, daß er einen besonderen Ofen zu diesem Zwecke baute; auch Flüssigkeiten, wie Quecksilber, calcinirte er. Die Calcination als chemische Vorbereitung der Erze wurde erst später eingeführt; Agricola giebt zuerst genaue Nachricht davon. — Die Krystallisation mußte früh bekannt sein; zur Reinigung chemischer Präparate wandte sie zuerst Geber an, der z. B. mit ihrer Hülfe das Kochsalz reinigte; Schmelzen. Flußmittel. Calciniren. Krystallisiren.

Chemische Operationen.

Basilius Valentinus wandte dasselbe Mittel zur Darstellung eines reinen Kupfervitriols an, und es blieb beständig in häufigem Gebrauch. —

Sublimiren.

Hinsichtlich der Sublimation vergleiche man die sogleich folgenden Angaben über die Destillation; Geber bediente sich bereits der Sublimation zur Darstellung und Reinigung von Präparaten, z. B. für den Queckſilbersublimat, er schrieb auch die Anwendung von Aludeln für diese Operation vor, und die unvollkommenste Art derselben, Substanzen in die Kohlen des Ofens zu legen und den Sublimat in dem Schornstein aufzufangen, wurde noch lange

Filtriren.

als die Geber'sche bezeichnet. — Das Filtriren endlich, dessen wir hier auch gedenken wollen, war lange bekannt und mannichfach abgeändert, bis die Chemiker es als ein vorzügliches Hülfsmittel zur Trennung annahmen. Zu Aristoteles' Zeiten schon kannte man die Filtration des Meerwassers durch Thon, um ihm die salzartigen Bestandtheile zu entreißen; die Filtration aber als chemische Verrichtung beschrieb Geber zuerst genauer, und bezeichnete sie mit einem besonderen Namen (destillatio per filtrum, abtröpfeln lassen durch ein Filter, im Gegensatz zu dem Abziehen der Flüssigkeit mittelst der gewöhnlichen Destillation, ist der Ausdruck dafür in den Uebersetzungen).

Ich verschiebe die Angaben über Cupelliren bis zur Geschichte der analytischen Chemie und der Berichterstattung über die Reinigungsmethoden der edlen Metalle, und wir wenden uns zur Betrachtung, wie sich die ohne

Destilliren.

Zweifel wichtigste chemische Operation, die Destillation, ausgebildet hat.

Die Destillation entstand aus der Benutzung der Wahrnehmung, daß der niedergeschlagene Dampf von Flüssigkeiten frei von den fixen Bestandtheilen der letzteren ist. So spricht schon Aristoteles davon, daß das Meerwasser durch Verdampfung trinkbar (frei von Salz) wird.

Ein Gefäß, worin man die Flüssigkeit verdampfte, ein Körper, an welchem sich die Dämpfe condensiren konnten, bildeten also die ersten Einrichtung der Destillation. Solche Einrichtungen finden wir auch schon bei den Alten. So war der Destillationsapparat beschaffen, von welchem Dioscorides berichtet; man erhitzte in einem irdenen Topfe Zinnober mit Eisen; man hatte einen Deckel (ἄμβικα) aufgesetzt, an welchen sich das freiwerdende Queckſilber ansetzte. (Dieser Deckel, ἄμβιξ, wurde von den Arabern später in eine bessere Form gebracht, der Name aber mit dem arabischen Artikel, Alambik oder Alembik, später für den Destillationsapparat überhaupt gebraucht.) So war auch die von Plinius beschriebene Destillationsgeräthschaft eingerichtet, in welcher man aus Terpenthinharz das Oel

gewann; das Harz wurde in einem Topfe erhitzt, über dessen Oeffnung Wolle ausgebreitet war, in welcher sich die Dämpfe condensirten. Noch im 3. Jahrhundert beschreibt Alexander von Aphrodisia einen solchen Apparat: Meerwasser wird trinkbar gemacht durch Erhitzen in Gefäßen, an deren Deckel sich reines Wasser niederschlägt. Chemische Operationen. Destilliren.

Ein Jahrhundert später ist schon die Einrichtung getroffen, daß die Dämpfe in einem geschlossenen Raume niedergeschlagen werden. Derartige Vorrichtungen hatten die Alten schon gehabt, nur nicht auf die feuchte Destillation angewandt; das Zinkoxyd bereiteten sie nämlich, indem sie Messing oder Zinkerze in einem Ofen verbrennen ließen, dessen Rauchfang sogleich zu einem gewölbten Gemache erweitert war, wo sich das Oxyd dann absetzte. — Die nächste Verbesserung der Destillation war also, zwei Gefäße anzuwenden, eins für das Verdampfen, das andere für das Condensiren. Solche Apparate finden sich zuerst bei den Alexandrinern des 4. Jahrhunderts beschrieben. Synesius und Zosimus beschreiben Destillationsapparate, welche den heutigen sehr ähnlich sind. Auf einem Glaskolben oder einem topfähnlichen Gefäße ruht ein Helm, von welchem aus eine oder mehrere Röhren in Recipienten ausmünden. Helm und Blase waren damals immer noch getrennt. Derselben Geräthschaften bedienten sich die Araber und später die Abendländer (vergl. unten bei »Material der Gefäße«); erst die Letzteren fingen an, Blase und Helm in Einem Stück zu machen, aus dem älteren Destillirapparate die Retorte zu construiren. Dies zeigt auch schon der Name an, der lateinischen Ursprungs ist, während die meisten anderen Kunstausdrücke für Geräthschaften von den Arabern übernommen wurden (Retorta, sc. ampulla, ein [über dem Bauch] umgebogener Kolben). Die ersten tubulirten Retorten finde ich bei Basilius Valentinus erwähnt, wenigstens scheint diese Einrichtung damals ganz neu gewesen zu sein, da sie weitläufiger beschrieben [1]) und durch eine Abbildung ver-

[1]) So z. B. im vierten Buche des letzten Testaments, wo er vom Sulphure Solis handelt: »Weil ich versprochen, nichts zu verschweigen, und dann dieses zugleich mitunter gehört, will ich's erklären. Merke, daß du nehmest eine gute steinerne Retortam, so beschlagen und die Spiritus wohl halte, und nicht durchschlage, auch in der Gestalt, wie eine andere gemeine Retorta zu sein pfleget, ausgenommen, daß sie am obern Theil des Rückens noch eine Röhr habe, gleich über sich in die Höhe geführet, einen guten halben Spannen lang, und in der Weite, daß du ungefähr zween Finger darein stoßen kannst.«

Chemische Operationen. Destilliren.

deutlicht, auch von ihm selbst zu seinen Geheimnissen gerechnet wird. Derselbe trug auch zuerst für eine vollkommenere Abkühlung Sorge, die bis dahin sehr vernachlässigt worden war; erst Raymund Lull hatte angerathen, den Recipienten in kaltes Wasser zu legen; Basilius Valentinus erfand das Kühlfaß, und versah es mit einem Hahn, um darin immer das heiße Wasser durch kaltes ersetzen zu können.

Kitt, Beschlag.

Um die Gefäße während der Operationen besser in einander schließen zu lassen, wandte man früh schon die Verkittung an. Nach Dioscorides wird bei der von ihm beschriebenen Destillation des Queckfilbers der Deckel auf den Topf mit Thon aufgekittet. Albucases verband die Vorlage mit dem Helme durch Umbinden mit leinenen Tüchern. Complicirtere Vorschriften kommen bei den abendländischen Alchemisten vor; Albertus Magnus wandte verschiedene Arten von Kitt an, aus Kreide, Mehl und Eiweiß (Eiweiß und Kalk wurden nach Plinius schon bei den Römern zum Zusammenkitten der Gläser gebraucht) oder aus Thon, Kalk, Pferdemist und Salzwasser, oder aus Thon, Asche, Salz und Harn; Raymund Lull verband die Fugen der Gefäße durch Leinwand, worauf Mehl, mit Eiweiß angerührt, gestrichen war; die Glaskolben beschlug er mit Lehm, unter welchen Haare gemischt waren.

Wir haben jetzt die Einführung der verschiedenen chemischen Operationen kennen gelernt; es ist noch nöthig, Einiges über das Material der Gefäße zu sagen, dessen sich die Chemiker der verschiedenen Zeiten bedienten.

Material der Gefäße.

Irdenes Geschirr war das älteste Material, und lange Zeit am häufigsten angewandt. Synesius und Zosimus schreiben aber bereits gläserne Helme zu ihren Destillationsapparaten vor. Geber empfahl vor allem gläserne Gefäße, als diejenigen, welche am wenigsten porös seien und zudem nicht von den chemischen Stoffen angegriffen werden; die metallenen Gefäße verwarf er aus dem letzteren Grunde. Albucases destillirte aus einer Blase von Metall; der Helm und die Vorlage waren von Glas oder glasirter Töpferwaare. Auch Arnoldus Villanovanus destillirte in glasirten irdenen Gefäßen mit einem Glashelme; er warnte, wie auch Albertus Magnus, besonders vor kupfernen Geräthschaften, welche die Präparate mit grüner Farbe verunreinigen. Basilius Valentinus rühmt als vorzüglich zum chemischen Gebrauche geeignet die Töpferwaaren aus Waldenburg (in Sachsen), die er sehr feuerfest und dicht fand. Der

häufigeren Anwendung von Glasgefäßen stand immer noch die unvollkommene Technik in der Glasblasekunst entgegen; die Alchemisten nahmen überdies die gläsernen Phiolen gern so dick wie möglich, und sie zeigten sich deßhalb so zerbrechlich, daß ihr Gebrauch eingeschränkt blieb. Im 16. Jahrhundert erhoben sich wieder viele Stimmen gegen die Anwendung von metallenen Gefäßen zu pharmaceutisch-chemischen Zwecken; der kaiserliche Leibarzt Crato von Kraftheim warnte vor den kupfernen, namentlich wenn sie zur Essigdestillation angewandt würden; der französische Leibarzt Ambroise Paré vor bleiernen Helmen und Kühlröhren, und solche Warnungen wiederholten sich später oft. Um 1600 kamen die Ipser (Reisblei-) Tiegel in häufigeren Gebrauch, deren Feuerbeständigkeit übrigens schon Agricola gekannt hatte; die Vorzüge der Almeroder Tiegel kannte Glauber und empfahl sie. Dieser Chemiker suchte auch hölzerne Gefäße da einzuführen, wo bisher nur theuere metallene angewandt worden waren; er beschrieb eine hölzerne Destilliergeräthschaft, wo die Flüssigkeit in der Blase durch Hineinleiten von Wasserdampf erhitzt wird. Die Anwendung von Glasgefäßen beförderte Kunkel dadurch, daß er das Glasblasen vor der Lampe lehrte und bei den Chemikern einführte. Die zinnernen Gefäße, welche bis dahin stets sehr geschätzt gewesen waren, machte Marggraf verdächtig, indem er sie alle für sehr arsenikhaltig ausgab; die daraus entstandene Besorgniß wurde indeß bald beschwichtigt. Pott verdient aus dem 18. Jahrhundert noch genannt zu werden wegen seiner Bestrebungen, eine Mischung zu möglichst brauchbaren thönernen Geräthschaften ausfindig zu machen. Porzellanene Schmelztiegel kamen in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts in Aufnahme; namentlich empfahl sie H. F. Delius (Professor zu Erlangen) 1778. Eiserner Schmelztiegel bediente sich Bergman zum Aufschließen, silberner zu demselben Zwecke Klaproth. Die Platingeräthschaften wurden zuerst allgemeiner eingeführt, nachdem Wollaston sich mit der Fabrikation derselben (in dem Anfange dieses Jahrhunderts) beschäftigte; vorher konnte man dies Metall nur sehr schwer in kleine und zudem nicht reine Gefäße bringen.

Chemische Operationen. Material der Gefäße.

Die verschiedenartige Ausbildung der Geschicklichkeit, chemische Operationen anzustellen, die verschiedenartigen Hülfsmittel, welche der Chemie hinsichtlich des Materials der Gefäße u. s. w. zu Gebote standen, repräsentiren sich während jedes Zeitalters vorzüglich in der Entwicklung der eigentlichen

Scheidekunst, der analytischen Chemie. Die Fortschritte, welche dieser Theil unserer Wissenschaft nach und nach gemacht hat, haben wir zwar im Allgemeinen im I. Theile manchmal angedeutet; eine vollständigere Zusammenfassung der einzelnen Angaben, welche über die Ausbildung der chemischen Analyse Auskunft geben, ist indeß unerläßlich, und zu ihrer Betrachtung, zu der genaueren Untersuchung, wie sich dieser einzelne Zweig, wie sich die wichtigeren Zweige der Chemie überhaupt entwickelten, wollen wir jetzt übergehen.

Geschichte einzelner Zweige der Chemie.

Geschichte der analytischen Chemie.

Einleitung.

Die Wichtigkeit eines einzelnen Theils einer Wissenschaft, die Bedeutsamkeit der Ausbildung des erstern für die Entwicklung der letztern in ihrer Gesammtheit, läßt sich nach nichts besser ermessen, als danach, inwiefern die Geschichte des einzelnen Theils die Eigenthümlichkeiten der ganzen Wissenschaft theilt und repräsentirt. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, nimmt die Geschichte der analytischen Chemie unsere besondere Aufmerksamkeit in Anspruch; wie die Chemie im Allgemeinen, so gewann auch der analytische Theil derselben die erste Grundlage seines heutigen Wissens in der Verfolgung von Zwecken, die sehr verschieden sind von dem jetzt als wahr erkannten und bei der Ausübung der Wissenschaft leitenden. Die analytische Chemie entwickelt sich aus einer Menge isolirter, oft zufällig gefundener, in ihrer eigentlichen Bedeutung früher fast stets verkannter Erfahrungen; erst sehr spät nimmt sie im Ganzen eine wissenschaftliche Form an, wenn auch einzelne Theile derselben, wie z. B. die metallurgische Probirkunst, schon verhältnißmäßig früh zusammengefaßt werden. — Was für die allgemeine Geschichte der Chemie in der Einleitung zu dem ersten Theile bemerkt wurde, gilt somit auch für die Geschichte dieses einzelnen Zweigs unserer Wissenschaft; wir müssen, wollen wir anders den Faden der Darstellung nicht zu oft unterbrechen, aus den früheren Zeiten nur die Beobachtungen hier hervorheben, welche später sich als die heutige analytische Chemie wirklich vorbereitend ausweisen; in die frühesten Zeiten müssen wir zurückgehen, wo man Bestandtheile aus Verbindungen, Metalle z. B. aus Erzen, zu ziehen wußte, ohne daß man sich nur irgendwie Rechenschaft abzulegen suchte, auf welchen Gründen die angewandten Methoden beruhen, ohne daß man in den verschiedenen Methoden das Gemeinsame und die Verschiedenheiten auch nur geahnet hätte. Wir müssen die wenigen besseren Beobachtungen aus jenen Zeiten kennen lernen, wo die analytischen Bestrebungen fast durchweg den Stempel des Irrglaubens an Metallverwandlung aufgeprägt

Einleitung. haben, wo die Vervollkommnung einer Methode, edles Metall aus den Erzen zu ziehen, für eine künstliche Veredlung des Erzes, für ein Verfahren, mehr Metall aus dem Erz herauszubringen, als ursprünglich darin vorhanden ist, gehalten wird. Bis auf die neuere Zeit erstreckt sich der Einfluß des Glaubens, daß ganz verschiedenartige Stoffe in einander verwandelt werden können; das Ende des vorigen Jahrhunderts sieht noch den Streit, ob Kieselerde in Alaunerde umgewandelt werden kann. Welches Zutrauen, welche Geltung man dann analytischen Versuchen beilegte, wo solche Stoffe, deren Verwandlung in einander für möglich gehalten wurde, sich in Verbindung befinden, welche Untrüglichkeit der Resultate man damals überhaupt von der analytischen Chemie erwarten durfte, bedarf keiner weitern Besprechung. Aus diesen Zeiten dürfen wir nur das Wenige hier zur Berichterstattung beibringen, was späterer richtiger Erkenntniß zur Grundlage oder doch zur Benutzung diente; aber selbst der Zeit, wo diese richtigere Erkenntniß über die analytischen Operationen durchdrang, dürfen wir, dem Plane unserer Arbeit gemäß, hier nur eine kurze Beachtung schenken, da diese Zeit der Gegenwart zu nahe liegt, großentheils sogar ganz in die Periode fällt, welche für die analytische Chemie als die gegenwärtige noch gelten muß.

Nach dem Vorhergehenden kann es nicht wundern, wenn die Geschichte der analytischen Chemie, wie sie hier zu geben ist, wenig mehr als eine trockne Aufzählung einzelner Beobachtungen, einzelner Methoden, die sich als für diesen Zweig der Scheidekunst besonders bildend erwiesen, darbietet. Was die Geschichte der analytischen Chemie von allgemeinerer Bedeutung enthält, mußte in der allgemeinen Geschichte unserer Wissenschaft seinen Platz finden, deren Eigenthümlichkeiten, deren Richtungen und Theorien in so vielen Beziehungen durch den Zustand der analytischen Kenntnisse stets wesentlich bedingt waren. — Um die einzelnen Erfahrungen, die hier unsere Aufmerksamkeit verdienen, übersichtlich zu ordnen, bieten uns die verschiedenen Hülfsmittel, welche die analytische Chemie zur Zerlegung der Verbindungen in ihre Bestandtheile in Anwendung brachte, den besten Anhaltspunkt.

Wollen wir die Geschichte der analytischen Chemie in ihren Hauptrichtungen kennen lernen, so dürfen wir nicht allein diese danach trennen, wie sie der Zeit nach auf einander folgen, sondern wir müssen hier auch eine Sonderung vornehmen in Beziehung auf gleichzeitig in Anwendung

gebrachte Untersuchungsweisen, sofern diese während des ganzen Zeitraums fast, den wir hier zu betrachten haben, als verschiedenen Zwecken dienend angesehen wurden. — Als ein Hauptmittel — zuerst, einzelne Bestandtheile von Verbindungen darzustellen, dann, die Bestandtheile einer Verbindung überhaupt zu erkennen — galt von früher Zeit an die Anwendung stark erhöhter Temperatur auf die Verbindung, mit oder ohne Zusatz anderer Substanzen zu der zu untersuchenden. Die analytische Chemie auf trocknem Wege hat einen sehr frühen Ursprung; sie ist lange Zeit für gewisse analytische Operationen das einzig angewandte Hülfsmittel, sie erfordert eine eigene Darstellung. — Wenn auch schon früh in vereinzelten Beobachtungen sich zeigend, kommt doch die analytische Chemie auf nassem Wege erst viel später zu einem gleichen Grade der Sicherheit. Lange Zeit werden nur wenige ihrer Ergebnisse mit den bei denselben Substanzen auf trocknem Wege erhaltenen Resultaten für vergleichbar gehalten; für viele Substanzen glaubte man, durch Anwendung der einen Untersuchungsweise würden andere Körper, die als Bestandtheile der Verbindung erscheinen, erzeugt, als durch die andere. Auch die analytischen Operationen auf nassem Wege verlangen eine abgesonderte Berichterstattung, und aus diesen beiden Gesichtspunkten wollen wir die Geschichte der analytischen Chemie durchgehen, eine Trennung ihrer einzelnen Verfahrungsweise versuchend, welche zwar behufs der Darstellung ihrer heutigen Kenntnisse wenig angezeigt wäre, bei der Darstellung der Entwicklung dieser Kenntnisse aber allein zulässig erscheint.

Den Eintheilungen der analytischen Chemie, welche sonst üblich und von Nutzen sind, ist somit hier nur untergeordneter Einfluß zuzugestehen. Die quantitative Analyse in ihrem Gegensatze zur qualitativen war hier nicht besonders hervorzuheben, da früher für die eine der analytischen Richtungen hauptsächlich die Bestimmung der Quantität, für die andere hauptsächlich die der Qualität als Ziel gesteckt war, und erst in der neuesten Zeit sich beide Richtungen zur Erreichung beider Zwecke vereinigten. Die Operationen auf trocknem Wege hatten nämlich fast in der ganzen Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, die Bestimmung, wieviel von einem oder von mehreren Bestandtheilen in einer Verbindung enthalten sei, zur Aufgabe; und sehr spät erst werden die Reactionen auf trocknem Wege auch zum Zwecke der vollständigeren Ausmittelung der qualitativen Zusammensetzung angewandt. Die analytische Chemie auf nassem Wege beschäftigte sich hingegen lange Zeit

Einleitung.

nur mit der Bestimmung der Art der Bestandtheile, und erst seit Kurzem versteht man vermittelst ihrer auch die Menge derselben zu ermitteln. In der Vereinigung beider Methoden zur Lösung beider Aufgaben lag die Bedingung, von welcher die Erreichung der Genauigkeit, welche heutzutage den analytischen Angaben zusteht, abhing.

Wir berücksichtigen ferner hier zunächst nur die Entwicklung der Zerlegungskunst für unorganische Substanzen, da die Geschichte der organischen Analyse mit der Geschichte der ganzen organischen Chemie in zu nahem Zusammenhange steht, als daß sie davon zu trennen wäre.

Die Erkenntniß der Thatsachen, welche die analytische Chemie auf trocknem Wege bilden, soll uns hier zuerst beschäftigen.

Analytische Operationen auf trocknem Wege.

Erste Erkenntniß der analytischen Operationen auf trocknem Wege.

Die analytischen Operationen auf trocknem Wege verdanken ihre früheste Bekanntwerdung dem Streben, aus Verbindungen, welche werthvolle Bestandtheile enthalten, diese, und zwar möglichst rein und möglichst vollständig, abzuscheiden. Diese Operationen haben schon in sehr früher Zeit den Zweck quantitativer Bestimmung. Die Ermittlung des Gehalts von Metalllegirungen an edlen Metallen war in dieser Beziehung die erste Aufgabe, die man sich setzte; in der Bearbeitung dieser Aufgabe fand lange Zeit hindurch die analytische Chemie auf trocknem Wege, die quantitative Analyse überhaupt, ihre einzige Ausbildung.

Die metallurgischen Scheidungsmethoden bilden somit den Anfang des hier Mitzutheilenden, und in ihnen entwickelt sich die analytische Chemie auf trocknem Wege besonders; es kommen später noch viele Beobachtungen über die Reactionen anderer Körper hinzu, wie sie ohne weitere Auflösungsmittel als die Anwendung der Wärme auf einander wirken; die Einführung des Löthrohrs in die Chemie und die Ausbildung des Verfahrens, es zu gebrauchen, giebt endlich den letzten Gegenstand ab, den wir in diesem Abschnitte zu besprechen haben.

Ueber die analytischen Methoden, welche bis zu dem 2. Jahrhundert

vor unserer Zeitrechnung in Gebrauch gewesen sein mögen, ist uns nichts aufbewahrt worden. Was von dem in jener Zeit schon bekannt gewesenen allenfalls hierher gehören möchte, dürfte sich darauf beschränken, welche Zusätze man z. B. den Erzen gegeben, um aus ihnen das darin enthaltene Metall auszuschmelzen. Es ist indeß hierüber nichts bis auf uns gekommen. — Eigentliche chemische Scheidungsmethoden, selbst für die Gegenstände, welche bald die vorzüglichste Gelegenheit zur Ausbildung der Analyse boten, scheinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte nicht versucht worden zu sein. Mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich behaupten, daß in dem 3. Jahrhundert v. Chr. man Legirungen von Gold und Silber, selbst wenn man die Natur ihrer Bestandtheile kannte, nicht zu zerlegen wußte, ja daß man damals nicht einmal daran dachte, durch chemische Mittel die Bestimmung des einen Bestandtheils zu versuchen. Es beweist dies die bekannte Geschichte, nach welcher Archimedes (285—212 v. Chr.), der mit allen naturwissenschaftlichen Kenntnissen seiner Zeit ausgerüstete Gelehrte, eine Krone untersuchen sollte, die König Hiero von Syrakus hatte anfertigen lassen, und in Bezug auf welche Verdacht vorlag, der Künstler habe einen Theil des dazu bestimmten Goldes zurückbehalten und das fehlende Gewicht durch Silber ersetzt. Archimedes wußte nach längerem Sinnen kein anderes Mittel, hierüber zu entscheiden, als das specifische Gewicht des Kleinods zu bestimmen und mit den Dichtigkeiten des reinen Goldes und Silbers zu vergleichen. Die Möglichkeit der chemischen Zerlegung scheint also damals noch nicht erkannt gewesen zu sein, denn wenn auch die einzelnen Umstände dieser keineswegs hinlänglich verbürgten Geschichte vielleicht ungenau sind, so lebte doch der Erzähler derselben, Vitruvius (im 1. Jahrhundert v. Chr.), der Zeit des Archimedes zu nahe, als daß seine Mittheilung nicht über den Stand der damaligen Kenntnisse, die Menge eines Bestandtheils in einer Legirung zu ermitteln, Aufschluß geben könnte.

Erste Erkenntniß der analytischen Operationen auf trocknem Wege.

Aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. wird uns über Verfahrungsweisen berichtet, die bei weiterer Ausbildung die ersten Operationen der analytischen Chemie bildeten. Sie betreffen die reinere Darstellung der edlen Metalle, und namentlich des Goldes; es geschieht um diese Zeit der ersten Versuche der Cupellation Erwähnung. Agarthides von Knidos, ein Schriftsteller aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., ist der Erste, der hierüber etwas mitgetheilt hat, wo er in seiner Beschreibung des rothen Meeres auch von dem Goldbergbau der Aegypter spricht. Sein Werk ist verloren gegangen;

Entdeckung der Cupellation.

Entdeckung der Cupellation.

doch hat Diodor von Sicilien die betreffenden Stellen uns aufbewahrt. Agarthides spricht hier zuerst von der mechanischen Absonderung des Goldes aus dem Erz (durch Pochen und Waschen); den Goldstaub, fährt er fort, übernehmen andere Werkmeister, schütten ihn in irdene Gefäße, setzen nach einem bestimmten Gewichtsverhältniß Blei, Salz, ein wenig Zinn und Gerstenkleie zu, schließen die Tiegel mit Deckeln, die sie genau mit Lehm verstreichen, und halten sie fünf Tage und fünf Nächte im Feuer eines Schmelzofens. Nach dessen Erkalten findet man in den Gefäßen reines Gold, mit einem geringen Verluste, aber nichts von den zugesetzten Stoffen.

Diese Beschreibung läßt die stattgefundene Operation deutlich erkennen; es war im Wesentlichen die noch gebräuchliche Bleiarbeit. Die Unzweckmäßigkeiten des angegebenen Verfahrens beruhen vielleicht auf der Unkenntniß des Berichterstatters, der nicht Mann vom Fach war, wahrscheinlich aber auch auf der Unvollkommenheit des damaligen Wissens. Die Verkittung der Tiegel wird schwerlich luftdicht gehalten haben, und das Blei darin konnte sich mit den anderen dem Gold beigemischten Substanzen verkalken; die Oxydation des Bleies wurde befördert durch einen Zusatz von Zinn, verzögert durch die Zugabe einer organischen Substanz. Dafür aber auch wurde desto länger erhitzt.

Eine solche Operation, wodurch das Gold gereinigt wurde, nannten die Griechen ὄβρυζα, das so geläuterte Gold selbst χρυσίον ὄβρυζον. Die Römer lernten das Verfahren erst von den Griechen kennen, denn es findet sich bei ihnen die griechische Bezeichnung unverändert wieder. Obrussa heißt nach der Definition des Plinius die Reinigung des Goldes durch Feuer; die Operation wurde bei den Römern häufig angewandt, denn es erinnern an sie in bildlicher Sprache auch Schriftsteller, die über andere Gegenstände als die Metallurgie schrieben; obrussa heißt bei Seneca u. a. das Prüfungsmittel der Gesinnung z. B., gerade wie wir jetzt den von demselben Gegenstande entlehnten bildlichen Ausdruck Probirstein brauchen.

Wir sehen hier eine Art der Cupellation zur Reinigung des Goldes angewandt; dasselbe Verfahren wurde bald auch zur Reinigung des Silbers benutzt. Der Geograph Strabo (zur Zeit der Geburt Christi) berichtet über die Darstellung des reinen Silbers in Spanien. Das abgewaschene Erz wurde hier mit Blei geschmolzen, und nachdem dieses, wie Strabo sich ausdrückt, abgegossen (weggeschafft) worden war (ἀποχυθέντος τοῦ μολύβδου), blieb reines Silber. Auch Plinius' Aussage, so kurz sie ist

und so unverständlich ihm selbst die Operation gewesen zu sein scheint, bestätigt, daß zur Reinigung des Silbers dieses mit Blei cupellirt wurde, denn er sagt: Excoqui (das silberhaltige Erz) non potest, nisi cum plumbo nigro aut cum vena plumbi, — — — — et eodem opere ignium descendit pars in plumbum, argentum autem innatat, ut oleum aquis. Hier ist der Uebergang des verunreinigenden Theiles in das Blei und das Aufschwimmen des reinen Silbers auf den Schlacken unverkennbar ausgedrückt. Entdeckung der Cupellation.

Diese Methoden führten allerdings zum Ziele, wenn es darauf ankam, nur die edlen Metalle von den unedlen zu scheiden, allein mittelst ihrer konnte man nicht Gold und Silber von einander trennen. Diese Aufgabe galt überhaupt in dem Alterthume für eine der schwersten; noch im 6. Jahrhundert nach Chr. war dies der Fall, wie aus den Institutionen des Justinianus (um 530) zu ersehen ist, wo die Scheidung von Gold und Silber an Schwierigkeit der Trennung von Wein und Honig verglichen wird. Zu jener Zeit indeß, wo die Römer ihren Höhepunkt in technischer Fertigkeit erreicht hatten, waren auch Mittel bekannt, das Gold von Silber rein zu gewinnen. Die Operationen, welche man unter dem Namen der Cementation begreift, haben in jener Zeit ihren Ursprung. — Undeutlich in Bezug hierauf ist Strabo, der über die seiner Zeit in Spanien übliche Verfahrungsweise nur mittheilt, man setze das Gemisch aus Gold und Silber auf's Neue dem Feuer aus, so bleibe das Gold rein zurück; denn er verschweigt die nothwendigen Zusätze. Daß aber solche beigegeben wurden und welcher Art sie waren, berichtet Plinius deutlich: Torretur (die Legirung) cum salis grumo, ponderis triplici misso (torretur cum salis gemino pondere, triplici myseos [Vitriol] nach einer andern Lesart), et rursum cum duabus salis portionibus, et una lapidis quem schiston vocant (Alaunschiefer?); ita virus tradit rebus una crematis in fictili vase, ipsum purum et incorruptum. Die Cementation erst mit Salz und dann mit Salz und Alaunschiefer (oder erst mit Salz und Vitriol und dann mit Salz und Alaunschiefer) war also damals bekannt und angewandt. Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten.

Soweit reichen die Nachrichten über analytische Operationen auf trocknem Wege, die wir aus dem Alterthum besitzen. Die Zeit von dem 1. bis 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung brachte ihnen keine Verbesserungen, keinen Zuwachs; erst die arabischen Chemiker nehmen unsere Aufmerksamkeit wieder in Anspruch durch genauere Kenntniß dahin gehöriger Verfahrungs-

weisen. Unter ihnen ist vorzüglich Geber hervorzuheben, der das Technische der Cupellation fast nach ihrem heutigen Standpunkte kannte. In der Summa perfectionis magisterii beschreibt er die Aschenprüfung (examen cineritii), wie er die Cupellation nennt, nach der lateinischen Uebersetzung folgendermaßen: Est modus illius (der Cupellation), ut tollatur cinis cribellatus, aut calx, aut pulvis ossium animalium combustorum, aut horum omnium commixtio, aut quorundam. Dehinc itaque cum aqua madefiat, et super illud prematur manus, et fiat stratum firmum et solidum, et in medio strati fiat rotunda fovea solida et polita, et super illius foveae fundum spargatur vitri triti quantitas aliqua. Deinde vero exsiccari permittatur, et cum siccatum fuerit, ponatur illud, de cujus intentione sit tolerare examen, in foveam dictam, et super illam ignis fortis carbonum succendatur, et super faciem examinabilis suffletur corporis, donec fundatur; quo fuso, Saturni partem post partem projiciamus in illud, et super illud suffletur cum flamma fortis ignitionis, et dum videris illud agitari et moveri, motu concussionis forti, non est purum; exspecta igitur, donec totum evanescat plumbum, quod si evanuerit, et non cessat illius motus, non est depuratum. Iterato igitur super illud plumbum projice, et super illius faciem iterato suffla, donec plumbum separetur, quod si non quieverit, iterato plumbi projectionem, et sufflationem, et illius faciem perquire, quousque quiescat, et tu videas illud mundum et clarum in superficie sua. Geber fügt hinzu, daß man die Operation beschleunigen könne durch Zusatz von Salpeter, seiner Meinung nach, weil dieser die Schlacken (sordes) schneller einsaugen lasse. Er weiß, daß sich durch die Cupellation Kupfer, Zinn und Blei vom Gold und Silber scheiden lassen, und daß diese beiden die einzigen Metalle sind, welche dieser Probe widerstehen.

Genauere Beschreibung der Cupellation durch Geber.

Geber's Kenntnisse erhielten unter den Chemikern, welche ihm aus seinem Volke nachfolgten, keinen Zuwachs; bei den Abendländern, welche die chemischen Operationen der Araber weiter ausbildeten, finden wir in dem 13. Jahrhundert erst wieder beachtungswerthe Verbesserungen der analytischen Operationen auf trocknem Wege. Sie drehen sich indeß alle noch um die Aufgabe, Gold und Silber zu prüfen, wie dies natürlich in jener Zeit eine Hauptaufgabe sein mußte, wo alle chemischen Versuche auf die künstliche Darstellung dieser edlen Metalle hingingen. Um ächtes Gold und Silber von falschem zu unterscheiden, kennt Albertus Magnus noch kein besse-

res Mittel, als das Metall oft wiederholt starkem Feuer auszusetzen; in seiner Schrift de rebus metallicis et mineralibus versichert er, daß er alchemistisches Gold untersucht habe, welches zwar sechs- oder siebenmal das Feuer ausgehalten habe, noch öfter und stärker erhitzt aber doch sich verschlackt und als falsch ausgewiesen habe. Die Reinigung des Goldes und Silbers durch die Cupellation kannte er gut; das Verschwinden des Bleies bezeichnet er als ein Verdampfen desselben; purificatur argentum, sagt er in dem eben genannten Werke, in igne cum plumbo, et per ustionem exhalat plumbum et separantur sordes ab argento. Das Gold reinigte er durch Cementation und beschrieb diese gleichfalls in der Schrift de rebus metallicis zuerst genau: Attenuatur aurum in laminas breves et tenues, et ordinantur in vase, ita quod quilibet ordo laminarum subtus et supra habeat pulverem fuliginis et salis et lateris farinarum commistorum, et decoquitur in igne forti, donec purissimum est, et consumuntur in eo substantiae ignobiles.

Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus.

Die hier genannten Mittel zur Scheidung edler Metalle waren auch in dem 14. Jahrhundert in den Münzhäusern und wo es sich um genaue Bestimmung handelte, die einzig angewandten. Eine Verordnung Philipp's von Valois von 1343 schreibt den französischen Münzprobirern sehr genau die Anwendung der Cupellation vor, die Verfertigung der Capellen, die Anwendung silberfreien Bleies und den Gebrauch genauer Waagen.

Basilius Valentinus fügte in dem 15. Jahrhundert den analytischen Operationen auf trocknem Wege, die immer noch die Trennung edler Metalle fast ausschließlich zum Zwecke hatten, eine neue hinzu, die Scheidung des Goldes durch den Guß mit Antimon. In der Offenbarung der verborgenen Handgriffe beschreibt er sie folgendermaßen: »Nimm Gold, so viel du willst, und sechsmal so viel des besten ungarischen Antimonii (Schwefelantimon), thue es in einen Schmelztiegel und laß es wohl fließen; wenn es wohl geflossen ist, so geuß es in einen Gießpuckel. — — Wenn es kalt geworden ist, so thue den Antimonium aus dem Gießpuckel, schlage den König von den Schlacken ab, wiege den König, setze demselben wiederum sechsmal so schwer neues Antimonium zu, und mache es wie zuvor. — — Dann zum drittenmal — wiederum — wie zuvor. Wenn solches vollbracht ist, so setze den Regulum auf einem breiten Treibscherben in einen Ofen, unter einer Muffel, gieb ihm anfänglich ein gelind Feuer, darnach stärker, bis das Antimonium davon verraucht ist, und ein gelber

Reinigung des Goldes durch Spießglanz.

Goldkuchen liegen bleibt.« Dann soll das Gold geschmolzen werden, bis es vollkommen geschmeidig ist. — Basilius Valentinus erreicht hier durch die öftere Wiederholung der Operation, was man später durch eine einzige, aber mit Zusatz von Schwefel, erreichen lernte, nämlich auch Gold, welches einen stärkeren Gehalt an anderen Metallen hat, vollkommen zu reinigen.

Agricola's Kenntnisse von Operationen auf trocknem Wege.

Agricola, in dem 16. Jahrhundert, kennt kein neues hierher gehöriges Verfahren, welches besondere Besprechung verdiente; mit allen vorhergehenden Operationen ist er indeß wohl vertraut. Die Prüfung der Erze auf trocknem Wege behandelt er zwar in dem 7. Buche de re metallica ausführlich, allein es wird dabei stets vorausgesetzt, daß schon bekannt sei, welches Metall sie enthalten, und seine Operationen zur Bestimmung des Werthes des Erzes sind dann im Kleinen dieselben, wie sie seiner Zeit auch im Großen zur Ausziehung der Metalle angewandt wurden; das Erz wird mit verschiedenen Zusätzen ausgeschmolzen, bei queckſilberhaltigen der Gehalt an Queckſilber durch Destillation des Erzes mit verschiedenen Zusätzen bestimmt. In dem 10. Buche desſelben Werkes beschreibt er die Scheidung des Goldes vom Silber auf trocknem Wege ausführlich; die im Vorhergehenden schon besprochenen Verfahrungsweisen sind ihm genau bekannt; die Scheidung vermittelst des Guſſes mit Schwefel wird von ihm zuerst genau beschrieben.

Agricola's Nachfolger beruhigten sich mit den Kenntnissen über die chemische Prüfung auf trocknem Wege, wie sie von jenem zusammengestellt worden waren. Dieser Theil der Scheidekunst machte im Laufe des 17. Jahrhunderts nur geringe Fortschritte; wir haben uns bei den unbedeutenden Einzelnheiten, welche neu erkannt wurden, hier nicht aufzuhalten. Was in jener Zeit genauer und allgemeiner bekannt wurde, und später für die Kenntniß der Reactionen auf trocknem Wege Wichtigkeit erlangte, waren die Erfahrungen über die Färbung von Glas durch die verschiedenen Metalle (vergl.: Glas, im III. Theile). Glauber beschäftigte sich viel damit, die edlen Metalle aus ihren Verbindungen rein abzuscheiden, und machte vorzüglich darauf aufmerksam, wie sehr der Zusatz von Salpeter die Abscheidung der unedlen Metalle befördert.

In dem 18. Jahrhundert endlich schlug die analytische Chemie auf trocknem Wege die Methode ein, welche noch jetzt als die wichtigste und vorzüglich angewandte anerkannt wird. Die Probirkunst mit dem Löthrohre wird in die Chemie eingeführt.

Vorbereitung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Vorbereitet war dies durch die Kenntniß der Operationen auf trocknem Wege, deren wir in dem Vorhergehenden gedachten; durch die Erfahrungen über die Trennung der edlen Metalle, über die Färbung der Flüsse durch die unedlen. In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts kamen noch mehr Beobachtungen hinzu, welche die chemische Kenntniß von den Reactionen gewisser Substanzen auf trocknem Wege vermehrten. Pott's Arbeiten über das Verhalten der Erden und Steine im Feuer, welche er 1745 begann und lange fortsetzte, lehrten viele dieser Körper nach den Erscheinungen kennen, welche sie zeigen, wenn sie für sich, oder mit verschiedenen Salzen oder mit Glas, oder endlich mit anderen erdartigen Substanzen in verschiedenen Verhältnissen gemischt, stark erhitzt werden. Als Kennzeichen wurden hierbei fast ausschließlich die Schmelzungsverhältnisse berücksichtigt. So z. B. berichtete er über die Unschmelzbarkeit des Thons bei der höchsten Temperatur, die er noch erreichen konnte, und über die Schmelzbarkeit desselben bei einem Zusatz von Kalk, oder Borax oder Flußspath, oder Bleioxyd, oder Gyps, und gab das verschiedene Aussehen der geschmolzenen Massen an, je nachdem mehr oder weniger von dem Zusatz angewandt ist.

Alle Prüfungsmethoden, welche wir bis jetzt besprochen haben, wurden im Großen vorgenommen; die Mischung geschah in Tiegeln, das Erhitzen in Oefen. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde die Methode etwas bekannter, die Proben im Kleinen anzustellen, und sich zur Erhitzung des Löthrohrs zu bedienen. Wenn wir die Geschichte dieses analytischen Verfahrens vollständiger überblicken wollen, müssen wir etwas zurückgehen, um über den ersten Gebrauch des Löthrohrs Aufschluß zu erhalten, und zu erfahren, wie es in die Chemie eingeführt wurde.

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

So alt auch die Kunst des Löthens ist, die bei den Alten bereits Anwendung fand, so früh auch schon bekannt war, daß man dem Glas (vergl. da) durch Blasen eine bestimmte Form geben kann, so scheint doch vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts das Löthrohr zum einen oder zum andern Zwecke nicht angewandt gewesen zu sein. Bei allen Operationen, welche man jetzt mit Hülfe dieser Vorrichtung ausführt, findet man, bis zu dem angegebenen Zeitpunkte, des Löthrohrs nicht erwähnt. Der sog. hermetische Verschluß, nämlich die Mündung eines Glasgefäßes zuzuschmelzen, wird nach Libavius' 1613 gegebener Vorschrift in der Art bewerkstelligt, daß man den wie eine lange Röhre geformten Hals des Gefäßes im bloßen Feuer zusammenfließen läßt, und derselbe Chemiker schreibt noch vor, den

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Verschluß, wenn die Röhre weit sei, in der Art zu bewirken, daß man sie im Kohlenfeuer erhitze und mit einer Zange zusammendrücke und um sich selbst drehe. Von einer Bearbeitung des Glases vor dem Löthrohre scheint also damals noch keine Rede gewesen zu sein. Auch die übrigen Schriften jener Zeit, bei welchen man eine Erwähnung des Löthrohrs zu finden hoffen könnte, die technischen und von der Glasfabrikation handelnden, enthalten nichts darüber. Gedacht wird seiner zuerst um 1660 in den Berichten über die Versuche der Academia del Cimento zu Florenz, und zwar in einer Art, die es als ein damals noch sehr wenig bekanntes Instrument ansehen läßt. Thermometer und ähnliche Apparate werden hier als die Fabrikate von Künstlern angeführt, welche sich ihrer eigenen Wangen als eines Blasbalges bedienen, indem sie ihren Athem durch ein Werkzeug von Krystallglas in die Flamme blasen und durch dieses Mittel feine Arbeiten von Glas verfertigen.

Es ist dies die erste sichere Nachricht über den Gebrauch des Löthrohrs; doch fand es damals noch keine Anwendung in der Chemie. Den Nutzen einer ähnlichen Einrichtung für die Scheidekunst nahm man indeß bald wahr. In Kunkel's Ars vitraria experimentalis (erschien zuerst 1679) findet man den Glasblasetisch mit dem doppelten Blasbalg beschrieben, und dabei auch angeführt, daß eine solche Vorrichtung einem Chemiker für viele Dinge nützlich sei; so z. B. dürfe man, um einen Metallkalk zu reduciren und das darin enthaltene Metall zu bestimmen, nur eine Kohle aushöhlen, den Metallkalk in die Höhlung legen und vermittelst jener Vorrichtung die Flamme darauf richten.

Bald wurde das Löthrohr den Chemikern, und zwar hauptsächlich den Metallurgen, zu allgemeinerem Gebrauche angerathen. Der Erste, welcher dies öffentlich that, war ein deutscher Bergwerkskundiger, Johann Andreas Cramer [1]). In seinen (1739 zuerst herausgekommenen) Elementis

[1]) J. A. Cramer war geboren zu Quedlinburg 1710, studirte anfangs die Rechte, beschäftigte sich aber von 1734 an mit der Bergwerkswissenschaft und Chemie. Er ging bald darauf nach Holland, wo er in Leyden Metallurgie vortrug und sein obengenanntes Werk vorbereitete, bereiste 1738 und 1739 England und später das sächsische Erzgebirge, und wurde 1743 braunschweigischer Kammerrath beim Berg- und Hüttenwesen. Aus diesem Dienste trieben ihn 1773 die Verfolgungen neidischer Feinde; er bereiste noch 1775 die ungarischen Bergwerke und kehrte 1777 nach Deutschland zurück, in welchem Jahre er zu Berggieshübel starb.

artis docimasticae empfiehlt er es zur Schmelzung kleiner Metallstücke oder zur schnellen Prüfung anderer Fossilien in kleinen Quantitäten. Es wird auch hier fast nur das Schmelzen auf Kohle als das zu beachtende Kennzeichen berücksichtigt; doch findet auch der Zusatz von Borax Anwendung. Das Löthrohr soll aus Kupfer verfertigt werden und unten mit einer, einen Zoll weiten, Kugel versehen sein, um die Feuchtigkeit aufzufangen. Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Das Blasen mit dem Munde scheint indeß den Metallurgen damals noch zu beschwerlich gewesen zu sein, denn statt weiterer Ausbildung der Löthrohrproben findet man aus jener Zeit fast nur Vorschläge, statt des von Cramer zuerst angerathenen Löthrohrs eine Vorrichtung mit doppeltwirkendem Blasbalg zu gebrauchen. Dies rieth schon 1739 ein sächsischer Bergbeamter, Carl Friedrich Zimmermann, der aber gleichfalls nur das Schmelzen an den Fossilien beachtete, und Cramer selbst gab in einem spätern Werke (den Anfangsgründen der Metallurgie, 1774) außer der Beschreibung des Löthrohrs auch noch die eines solchen künstlichen Blasapparates an.

Zu eigentlich chemischen Versuchen wurde das Löthrohr am frühesten in Schweden gebraucht. Bereits 1746 wandte es Swen Rinmann zu der Untersuchung eines eisenhaltigen Zinnerzes an, welches er vor jenem Apparate einer Art Saigerung unterwarf, und prüfte auch in der Folge noch mehrere andere Fossilien in dieser Beziehung. Gleichzeitig mit ihm beschäftigte sich der schwedische Bergrath Anton von Swab mit Löthrohrproben, und zwar soll er dies bereits um 1738 gethan haben, wie Bergman in seiner Commentatio de tubo ferruminatorio berichtet; wonach Swab gewöhnlich als der Erste bezeichnet wird, der sich des Löthrohrs zu chemischen Untersuchungen bedient habe. Die erste Abhandlung Swab's indeß, in welcher von einer Anwendung des Löthrohrs die Rede ist, datirt von 1748 (sie behandelt die Untersuchung eines natürlich vorkommenden Spießglanzkönigs), und es steht dahin, ob Bergman's Angabe nicht auf einem Schreib- oder Druckfehler beruhe. Später wandte Swab das Löthrohr noch zur Untersuchung anderer Mineralien an. Engeström, dessen hierhergehörige Leistungen wir sogleich zu betrachten haben, versichert, daß nicht Swab, sondern Cronstedt [1]) den ersten Gedanken, mit dem Löth- Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

[1]) Alexander Friedrich Cronstedt war 1722 geboren. Er widmete sich der Bergbauwissenschaft und in Verbindung damit der Chemie. Als eins der thätigsten Mitglieder der Stockholmer Akademie starb er 1765.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

rohr Mineralien zu untersuchen, gehabt habe, und daß ersterer selbst dem letzteren diese Ehre zugestanden habe.

Cronstedt erwähnte des Löthrohrs zuerst 1751, bei Gelegenheit seiner Versuche mit dem Nickel; besonders empfahl er es den Mineralogen in seinem „Försök til Mineralogie“ (Versuch der Mineralogie). Dies Buch erschien zuerst 1758 ohne Nennung des Autors, so daß Linné glaubte, vielleicht eben wegen der darin hervorgehobenen Prüfungsmethode, Swab sei der Verfasser. Cronstedt schätzte die Löthrohrversuche hoch, weil er mittelst ihrer die Bestandtheile der Mineralien leichter zu erforschen gedachte, und auf die chemische Zusammensetzung der Fossilien die Klassification derselben gründen wollte. Er bereits wandte als vorzüglichste Reagentien die Soda, den Borax und das leichtschmelzbare Harnsalz an.

Cronstedt war auch der Erste, der alles zu Löthrohrproben Nöthige zu bestimmen und in eine compendiöse Form zu bringen suchte, der den ersten tragbaren Löthrohrapparat construirte, wie Engeström berichtet, welcher später vorzüglich zur Ausbreitung der Kenntnisse über das Löthrohr beitrug.

Die Nothwendigkeit dieses Instruments für die Chemiker wurde indeß jetzt eingesehen. Wallerius führte 1759 es zuerst in einem chemischen Handbuche unter den nothwendigen Apparaten eines Scheidekünstlers an, ohne indeß auf den Gebrauch desselben weiter einzugehen. Die erste Anleitung dazu gab Gustav von Engeström, schwedischer Münzwardein, als Anhang zu seiner (1770 publicirten) englischen Uebersetzung des Cronstedt'schen Versuchs einer Mineralogie. Die Abhandlung wurde bald abgesondert in Uebersetzungen weiter verbreitet; sie enthält die Art und Weise, wie Cronstedt das Löthrohr anwandte, und die Beschreibung des tragbaren Apparates, dessen dieser sich bediente.

Zu derselben Zeit, wo Engeström's Anleitung herauskam, begann auch Bergman sich mit Löthrohrversuchen zu beschäftigen. Anfangs publicirte er in einzelnen Abhandlungen nur nebenbei die Resultate, welche ihm die Löthrohrprüfung für den gerade behandelten Gegenstand ergeben hatte; so beschrieb er z. B. 1773 in einer Abhandlung von den Erdarten auch das Verhalten der Kalk-, Magnesia-, Alaun- und Kieselerde vor dem Löthrohre; 1777 in seiner disquisitio de terra gemmarum das der Edelsteine, und in mehreren anderen das Verhalten anderer einzelner Mineralien; 1777 indeß bereits hatte er die Zusammenstellung seiner Erfahrungen über die Löthrohrprüfung der Mineralien vollendet, welche 1779 als Commentatio

de tubo ferruminatorio herauskam. Man findet hier die genaue Beschreibung des Löthrohrs, welchem Bergman eine etwas veränderte Einrichtung gab, die erste genauere Unterscheidung der innern und der äußern Flamme, die Anweisung für den Gebrauch der Reagentien, als deren vorzüglichste auch Bergman die Soda, den Borax und das Phosphorsalz erkannte. In einem zweiten Abschnitte endlich beschrieb er das Verhalten der Erdarten, der Salze, der entzündlichen Stoffe, der Metallkalke, Metalle und Erze vor dem Löthrohre [1]). Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Bergman setzte die Löthrohrprüfungen auch noch nach der Herausgabe dieser Schrift eifrig fort; noch mehr aber zeigte sich dafür einer seiner Schüler, Gahn [2]), thätig. Schon in der Commentatio de tubo etc. wird Gahn von Bergman als derjenige genannt, welcher die Anwendung des Löthrohrs zur Prüfung von Mineralien besonders vervollkommnet habe, und wahrscheinlich war es Gahn, welcher die meisten Versuche in Bergman's Werke angestellt hat, da dem erstern sein Gesundheitszustand nicht erlaubte, sich dauernd solchen Untersuchungen hinzugeben. Das Löthrohr blieb auch später der von Gahn mit Vorliebe angewandte analy-

---

[1]) Bergman bediente sich nicht nur der Kohle zur Unterlage, sondern auch metallener Löffelchen, von Silber oder Gold; Scheele, der von 1774 an gleichfalls einzelne Löthrohrreactionen, z. B. über den Braunstein, das Molybdän u. a., in seinen Abhandlungen mittheilte, wählte ein Silberblech zur Unterlage. Die Anwendung des Platinblechs geschah erst viel später.

[2]) Johann Gottlieb Gahn war 1745 auf den Worna-Eisenwerken (Provinz Helsingland) in Schweden geboren, wo sein Vater als Zahlmeister lebte. Seine erste Ausbildung erhielt er auf der Schule zu Westerås; 1760 bezog er die Universität Upsala, wo er sich besonders mit Chemie und Mineralogie beschäftigte, und Bergman's vertrautester Gehülfe bei allen Arbeiten des letztern wurde. 1770 nahm Gahn seinen Aufenthalt zu Fahlun, wo er, von der Regierung beauftragt, den Kupferschmelzproceß mit großem Erfolge zu verbessern suchte; bald darauf wurde er Verwalter des Bergbaues zu Stora-Kopperberg. Er beschäftigte sich in dieser Stellung viel mit der Nutzung aller Arten von mineralischen Producten, und gründete mehrere für Schweden neue Fabrikationszweige. 1782 wurde er zum Bergmeister ernannt, 1784 zum Assessor des Bergcollegiums zu Stockholm. Hier lebte er bis 1818, wo er zu Ende dieses Jahres starb. — Gahn publicirte von seinen zahlreichen Arbeiten nur sehr wenig; das meiste theilte er seinen Freunden zur Benutzung mit, hauptsächlich Bergman, die nicht immer gewissenhaft ihm seinen Antheil an den neuen Entdeckungen wahrten, so daß über viele Beobachtungen Unsicherheit herrscht, ob sie von den ersten Berichterstattern derselben oder von Gahn zuerst gemacht wurden.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

tische Apparat, mit welchem dieser alle ihm zugänglichen unorganischen Stoffe untersuchte, und er erlangte in der Handhabung desselben die größte Fertigkeit, in der Auswahl der Reagentien, in den Schlußfolgerungen aus den Reactionen die größte Sicherheit. Gahn hat hinsichtlich des Praktischen im Gebrauche des Löthrohrs die Grundlage der jetzigen Anwendung dieses Instrumentes festgestellt; von ihm geht die Anwendung des Platindrathes zu Löthrohrproben, die Entdeckung der Kobaltsolution als eines Löthrohrreagens, die Einrichtung des gewöhnlichen Tisches zu Löthrohrversuchen aus. Er selbst publicirte indeß nie etwas weder über seine Methode, noch über die Resultate seiner Forschungen; daß diese uns erhalten sind, verdanken wir Berzelius, der in den letzten Jahren von Gahn's Leben dessen vertrautesten Umgang genoß, seine Verfahrungsweisen kennen lernte, weiter ausbildete und bekannt machte. Eine Mittheilung von Gahn über die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie lag dem zu Grunde, was Berzelius 1812 bei der Herausgabe seines Lehrbuchs in diesem über jenen Gegenstand vortrug. Berzelius selbst verfolgte diesen Gegenstand weiter, und bestimmte für sämmtliche Glieder des Mineralreichs ihr Verhalten vor dem Löthrohre mit einer Genauigkeit und Ausdauer, so daß von dieser Seite die Kennzeichenlehre der Mineralogie mit Einem Male ein neues und in großer Vollendung ausgearbeitetes Kapitel erhielt. Die Frucht dieser Bemühungen von Berzelius war seine Schrift über die Anwendung des Löthrohrs (im Schwedischen zuerst 1820 erschienen), welche den Gebrauch dieses Instrumentes unter den Chemikern und Mineralogen aller Nationen erst allgemein gemacht hat.

Weit weniger Beachtung als in Schweden fand das Löthrohr um die Zeit des Anfangs unsers Jahrhunderts in den anderen Ländern Europa's. In der Schweiz hatte nur H. B. von Sauſſure [1]) sich mehrfach damit

[1]) Horace Benedicte de Sauſſure war geboren 1740 zu Genf, wo er schon in seinem 22. Jahre Professor der Naturwissenschaften wurde. Sauſſure zeichnete sich aus in der Geologie und Mineralogie, wofür er Reisen in Frankreich, England und Italien anstellte und viele Excursionen in die Alpen unternahm, welche er in seinen Voyages dans les Alpes (1779 — 1796) beschrieb; in der Meteorologie, die ihm viele Beobachtungen und richtige Erklärungen verdankt; in der Physik, welche er mit seinen Essais sur l'hygrométrie bereicherte. Er starb zu Genf 1799. H. B. von Sauſſure war der Sohn Nicolas' von Sauſſure, eines durch seine Werke über Ackerbau berühmten Schriftstellers, und der Vater von Theodor von Sauſſure,

beschäftigt, der es auf seinen Reisen in den Alpen zur schnellen Erkennung und Unterscheidung der Mineralien gebrauchte, und dessen Erfahrungen über die Anwendung und die Anzeigen dieses Instruments 1794 den Chemikern bekannter wurden; seine Methoden stehen indeß hinter denen Gahn's weit zurück. In Deutschland machte Hausmann [1]) 1810 eine Abhandlung über die Untersuchung der Fossilien mit dem Löthrohre bekannt. In England beschäftigte sich Wollaston viel mit Löthrohruntersuchungen, die er durch die Anwendung des Platinblechs erleichterte; er hat indeß nichts über den Gebrauch dieses Apparates veröffentlicht. — Nach dem Bekanntwerden von Berzelius' Anleitung zu Löthrohrversuchen beschäftigten sich in Deutschland, England und Frankreich viele Mineralogen und Chemiker damit, und vermehrten die Kenntnisse über die Reactionen der einzelnen Substanzen. Was durch die vereinten Bemühungen dieser und die fortgesetzten Arbeiten von Berzelius erkannt worden ist, bildet unser heutiges Wissen über die Anwendung des Löthrohrs überhaupt zu qualitativen Untersuchungen; die Geschichte der Chemie hat über dieses nicht zu berichten, ebenso wenig über neue Anwendungen des Löthrohrs, welche ganz der Gegenwart angehören, wie z. B. zu quantitativen Bestimmungen. Wir beendigen somit die Berichterstattung über die Entwicklung der analytischen Operationen auf trocknem Wege, und gehen zu dem zweiten Abschnitte der Geschichte der analytischen Chemie über, zu der Darstellung, wie sich die Kunst, auf nassem Wege zu analysiren, heranbildete.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

---

der gleichfalls für die Agricultur durch seine chemischen Untersuchungen so Ausgezeichnetes gewirkt hat.

[1]) Johann Friedrich Hausmann ist geboren zu Hannover 1782; er studirte zu Göttingen, und wurde 1803 als Auditor bei dem Bergamte in Clausthal, 1805 als Secretär beim Berg- und Hüttenwesen in Braunschweig angestellt. 1806 unternahm er seine berühmte Reise nach Schweden und Norwegen. Von der westphälischen Regierung wurde er 1809 zum Generalinspector der Berg-, Hütten- und Salzwerke ernannt, welche Stelle er aber bald wieder aufgab; seit 1811 wirkt er zu Göttingen als Professor der Technologie und Bergwerkswissenschaft. Von seinen zahlreichen Schriften nennen wir hier nur die auf Mineralogie im engern Sinne gehenden, weil wir die Geschichte dieser Wissenschaft in Bezug auf ihr Verhältniß zur Chemie weiter unten zu besprechen haben. Es erschienen von ihm »Krystallographische Beiträge« (1803), »Entwurf zu einer Einleitung in die Oryktognosie« (1805), »Entwurf eines Systems der unorganisirten Naturkörper« (1809), »Handbuch der Mineralogie« (zuerst 1813, 2. Aufl. 1828).

Analytische Operationen auf nassem Wege.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Die analytischen Operationen auf trocknem Wege wurden zunächst dadurch veranlaßt, daß man die ganze Menge eines bekannten Bestandtheils aus einer Verbindung ausscheiden wollte; im Gegensatz hierzu bot das Bestreben, sich über die bloße Anwesenheit eines bestimmten Stoffs in einem Körper zu belehren, den Anlaß zu den analytischen Operationen auf nassem Wege. Bei der Ausübung gewisser Künste, bei der Arzneibereitung, mußte sich schon früh Aufforderung bieten zur Untersuchung, ob gewisse Substanzen, die man anwenden wollte, wirklich die gehörige Beschaffenheit hätten, insofern, daß ihnen nicht ein anderer Stoff zugemengt sei, der den gewünschten Erfolg stören könne; und es genügte hier, nur zu entscheiden, ob ein solcher Stoff vorhanden sei oder nicht; es bedurfte nicht der Entscheidung, in welcher Menge allenfalls dieser Stoff zugegen sei. Die Verfälschungen der in der Technik und in der Pharmacie angewandten Körper ließen auf Mittel denken, sich vor ihnen sicher zu stellen, und zwar auf möglichst leicht ausführbare Weise, und diese fand man in der Reaction auf nassem Wege. Später wandte man diese Verfahrungsweise auch an, um überhaupt auf den Gehalt einer Verbindung an Bestandtheilen (nicht bloß an künstlich zugesetzten, sondern auch an natürlichen) zu schließen, und namentlich die Untersuchung der Mineralwasser war es, an welche sich bald die analytische Chemie auf nassem Wege vorzugsweise anlehnte. Ueber ihren Gehalt an wirksamen Bestandtheilen zu entscheiden, fand man sich schon früh veranlaßt; man suchte nach Mitteln, sie zu bestimmen, und in diesen Versuchen hauptsächlich bildete sich die analytische Chemie auf nassem Wege aus.

In diesem Abschnitte haben wir also besonders zu betrachten die erste Benutzung von Reagentien überhaupt, die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, die Entdeckung von Scheidungsmethoden auf nassem Wege, die Auffindung einer Methode der Analyse auf nassem Wege, wie sie sich hauptsächlich an der Untersuchung von Mineralwassern heranbildete, die

allgemeine Anwendung dieser Art von Analyse auf alle Körper endlich, namentlich auch ihre Vervollkommnung zu quantitativer Forschung.

Erkenntniß der analytischen Operationen auf nassem Wege.

Der erste Versuch von analytischen Operationen auf nassem Wege scheint durch Verfälschung oft gebrauchter Substanzen hervorgerufen worden zu sein, und der Reactionen in diesem Sinne bediente man sich, soviel uns bekannt ist, erst zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Der einfachste und am frühsten erkannte Fall mochte wohl der sein, wenn eine lösliche oder in Wasser aufweichende Substanz mit einer unlöslichen und harten verfälscht war, wo die bloße Behandlung mit Wasser hinreichend ist, die letztere wahrnehmen zu lassen. Eine solche Prüfung schreibt Dioscorides vor, wo er der Verfälschung des Grünspans durch beigemengten Bimsstein oder Marmor erwähnt; man soll eine kleine Menge der Substanz mit dem nassen Finger reiben, wo sich die verfälschende Substanz durch das Gefühl offenbare.

Entdeckung der Reagentien.

Dieses Verfahren ist kaum ein chemisches zu nennen, wohl aber ein anderes, gleichfalls von Dioscorides vorgeschlagenes, welches zwar eigentlich in den vorigen Abschnitt gehört, hier indeß besser seine Stelle findet. Die Verfälschung des Grünspans mit Chalcanthum (Vitriol) soll nämlich erkannt werden, indem man ihn auf einer heißen Klinge erhitzt, wo er (bei Gehalt an Eisenvitriol) roth wird. Dieselbe Prüfung schreibt Plinius vor, giebt aber auch zugleich Kenntniß von noch einem andern Verfahren, der ersten chemischen Reaction auf nassem Wege. Die Verfälschung des Grünspans mit Eisenvitriol wird nämlich nach ihm auch dadurch erkannt, daß man ihn auf ein mit Galläpfeln gebeiztes Papier legt, welches durch den Vitriol schwarz wird (Deprehenditur et papyro, galla prius macerato; nigrescit enim statim aerugine illita).

Die Galläpfel boten also das erste Reagens dar, und mittelst ihrer bereitete man auch das erste Reagenspapier. Ihr Saft und der der Granatäpfel wurde auch damals schon in flüssiger Form angewandt, um auf die chemische Natur einer Substanz schließen zu lassen. Die Substanz, welche Plinius alumen nennt, kommt nach ihm in zwei Formen vor, von welchen sich die flüssige durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften auf ihre Aechtheit prüfen läßt. Hujus (substantiae, sc. aluminis) quoque duae species, liquidum spissumque; liquidi probatio ut sit limpidum lacteumque; — — an sit adulteratum deprehenditur succo Punici mali; sincerum enim mixtura ea nigrescit.

Entdeckung der Reagentien.

Diese Stelle soll uns hier nur über den Gebrauch des ersten Reagens Aufschluß geben, nicht aber haben wir hier über das, was durch die Reaction eigentlich angezeigt wurde, und inwiefern auf die Substanz alumen die Reaction paßt, uns auszusprechen (vergl. Alumen im III. Theile).

So lauten die ersten Nachrichten von analytischem Verfahren auf nassem Wege, und außer dem hier Angeführten ist uns von den Alten nichts überliefert worden, was die Geschichte der analytischen Chemie in dieser Beziehung anzuführen hätte. Einige Angaben müssen wir indeß doch noch beibringen in Betreff eines Gegenstandes, der für die Scheidekunst auf nassem Wege bald den nächsten Anlaß zu weiterer Vervollkommnung bot, in Betreff der Bestandtheile der Mineralquellen nämlich.

Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Die Kenntnisse der Alten über die Mineralwasser in chemischer Beziehung lassen sich in Folgendem zusammenfassen: Sie wußten, daß feste Bestandtheile, in reinem Wasser aufgelöst, die meisten mineralischen Quellen constituiren; auf die Natur jener festen Bestandtheile schlossen sie mehr aus physikalischen Kennzeichen, aus dem Geschmacke namentlich, als aus chemischen; die Schwefel enthaltenden Quellen erkannte man aus dem Absatze des ersteren.

So wirken nach Plinius die Mineralwasser in Folge ihrer verschiedenen Beimischungen, aliae sulphuris, aliae aluminis, aliae salis, aliae nitri, aliae bituminis, nonnullae etiam acida salsave mistura. — Von Archigenes aus Apamea, einem berühmten Arzte, der in Rom zu Trajan's Zeit (um 100 n. Chr.) seine Kunst ausübte, stammt die Eintheilung in aquas nitrosas, aluminosas, salinas und sulphuratas. Diese Eintheilung ist die jetzt noch oft angeführte; um sie richtig zu verstehen, muß man nicht vergessen, was die Alten unter nitrum und alumen verstanden (es kann dies indeß erst im III. Theile ausführlicher besprochen werden), daß nämlich aluminosum und nitrosum nicht alaunartig und salpeterartig nach heutigen Begriffen sind, sondern eisenhaltig und laugensalzig; und des Archigenes' Eintheilung ist somit: alkalische Wasser (Seifenwasser), Stahlwasser, Salzquellen, Schwefelquellen.

Da die Alten den Gehalt des Wassers an anderen Bestandtheilen nicht durch Reagentien untersuchten, so mußten sie sich, um über die Reinheit desselben urtheilen zu können, andere Kennzeichen aufsuchen. Nach Hippocrates' Bemerkung schon ist dasjenige Wasser das gesundeste (und reinste), welches am schnellsten heiß und wieder kalt wird. Desselben schwankenden

Kriteriums bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten. Reines Wasser kocht zwar eher als salzhaltiges, aber der Unterschied ist doch nicht bedeutend genug, um ein sicheres Kennzeichen abgeben zu können. Vitruvius giebt als eine Methode, die verschiedene Reinheit des Wassers zu untersuchen, an, daß man es abdampfen solle, ob es größern oder geringern Rückstand hinterlasse. Auch daß in reinem Wasser sich Hülsenfrüchte eher weich kochen, als in solchem, welches Beimischungen enthält, war den Alten bekannt. Untersuchung der Mineralwasser bei den Alten.

Keine Spur, daß die analytische Chemie auf nassem Wege einen Fortschritt gemacht habe, findet sich bei den Völkern, welche nach den Römern als chemische Kenntnisse besitzend zu beachten sind. Die Alexandriner scheinen von der Kunst der chemischen Analyse nichts gewußt zu haben; bei den Arabern treffen wir nur Vervollkommnung der Operationen auf trocknem Wege. Erst bei den Abendländern, seit dem 13. Jahrhundert, werden wieder Operationen erwähnt, denen wir hier Aufmerksamkeit schenken müssen. Auch sie, wie alle analytischen Arbeiten jener Zeit, stehen in Beziehung zu der Erkennung und Bestimmung edler Metalle. Im Anfange werden sie nur ganz gelegentlich angemerkt, und man sieht deutlich, daß man damals auf diese Art, die Bestandtheile zu bestimmen, nur geringen Werth legte. Albertus Magnus erwähnt in seiner Schrift Compositum de compositis bei den Eigenschaften der Salpetersäure, daß sie auch das Gold vom Silber scheidet. Aurum ab argento separat (die Säure), das ist die ganze Beschreibung, die er von der ersten Trennung zweier Metalle auf nassem Wege giebt. Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Mehr hierhergehörige Verfahrungsweisen kennt Basilius Valentinus; es geht dies indeß mehr aus den Resultaten hervor, die er anführt (vergl. I. Theil, Seite 79), als daß er seine Methoden genauer mittheilte. Einen Körper, der als Bestandtheil in eine Verbindung eingegangen ist, wieder isoliren, heißt bei ihm gewöhnlich: ihm die verlorene Farbe wiedergeben, und hierfür giebt er an vielen Stellen dem Verfahren auf nassem Wege den Vorzug. In dem I. Buche seines letzten Testaments spricht er z. B. von der Schwierigkeit, aus einer Legirung von viel Kupfer mit wenig Silber das letztere wieder abzuscheiden: »Das Silber nun aus dem Kupfer zu bringen und ihm seine eigene Farbe wiederzugeben, ist eine große Kunst, welche die Schmelzer nicht wissen, sondern sie gehört in die chymische Kunst und in das Laboratorium.« Aber über die Einzelnheiten der Kunst theilt er nichts mit, nur im Allgemeinen spricht er, z. B. in derselben

Kenntnisse über die Reagentien bei den Alchemisten.

Schrift, wo er von dem reinen und unreinen Metalle handelt, und von den Mitteln, das letztere rein zu machen: »Man legt große Unkosten,« drückt er sich aus, »auf die scharfen Wasser (Säuren), damit man die höheren Metalle auseinander bringt; man thut es auch, wie man es nennt, im Guß, — — — besser ist's gethan mit einer Lauge.« Basilius Valentinus setzt übrigens zuerst die Analyse auf nassem Wege der auf trocknem Wege entgegen; in seinen Schlußreden sagt er: »Zuletzt merke, daß die Philosophi zween Wege gehabt, den nassen Weg, welchen ich gebraucht habe, sodann den trocknen Weg.« Allein er geht auf keine nähere Erläuterung ein.

Agricola's Kenntnisse über Reagentien.

Agricola, über dessen analytische Kenntnisse wir nun zu berichten haben, theilt dieselben offener mit. Größtentheils wandte er dabei, wie wir oben gesehen haben, den trocknen Weg an; von seinen Operationen auf nassem Wege sind folgende hervorzuheben. Die Scheidung des Goldes vom Silber beschreibt er zuerst genau im 10. Buche de re metallica. Das goldhaltige Silber wird fein vertheilt und mit Salpetersäure behandelt; residet in fundo aurum colore nigricans, argentum cum aqua permistum supernatat. Auch viele Cemente schreibt er zu dieser Trennung vor, welche meist Eisenvitriol enthalten; doch kann ich keine deutliche Nachricht bei ihm finden, daß er die Säure dieses Salzes zur Abscheidung des Silbers vom Gold bereits gebraucht habe.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Agricola's Zeitgenosse, Paracelsus, kannte gleichfalls die Trennung des Goldes vom Silber durch Scheidewasser, und beschreibt sie ausführlich. Wichtiger aber wird noch Paracelsus, weil er die Reihe derer eröffnet, welche der chemischen Untersuchung der Mineralwasser größere Aufmerksamkeit schenken. Seine Methoden hat er zwar nicht genau mitgetheilt, und die Analysen, die er mitunter angiebt, sind wohl schwerlich die Resultate wirklich angestellter Versuche. Eine wichtige Reaction indeß ist durch ihn bekannt geworden, die Bestimmung der eisenhaltigen Wasser durch Galläpfeltinctur.

Nach Paracelsus kam eine ganze Schaar von Pfuschern, welche die Zusammensetzung der Mineralwasser zum Gegenstande ihrer Forschung machten; ihr Oberhaupt ist Thurneysser, besonders in seiner Schrift »Pison oder von kalten, warmen, mineriſchen und metallischen Wassern« (1572). Um die wirksamen Bestandtheile der Mineralquellen zu finden, war die damals eingeschlagene Methode im Allgemeinen folgende: Ein

Gefäß (die Mensur) ist im Innern mit einem in 24 Theile getheilten Maßstabe versehen, an dem ein Bleiloth befestigt ist, zur verticalen Stellung des Gefäßes. Dieses hält, bis an den obersten Theilstrich gefüllt, ein halb Pfund Regenwasser (das Gewicht soll immer bürgerliches Nürnbergisches sein, das Pfund zu 32 Loth). Es wird die Mensur mit dem zu untersuchenden Wasser bis zum obersten Theilstrich gefüllt und gewogen; der Ueberschuß an Gewicht, den das Mineralwasser in Vergleich mit reinem Wasser zeigt, läßt schon auf den Gehalt an fremden Bestandtheilen schließen. Die in der Mensur abgemessene Menge Wasser wird abdestillirt (in verschiedenen Graden, deren nähere Besprechung aber hier nicht nöthig ist); der Rückstand wird gewogen, gepulvert, wieder aufgelöst und zur Krystallisation gebracht. Die erhaltenen Krystalle werden geglüht; was verbrennt, ist Nitrum, was in Wasser leicht löslich ist und im Glühen roth wird, ist Vitriol, was in Wasser nicht leicht löslich ist, wird als Blei bestimmt. Was nicht krystallisirt ist, wird Salz genannt; nur in schwefelhaltigen Wassern ist diese Portion als Schwefel anzusehen. — Auch das Destillat soll besonders untersucht und deßhalb nochmals abgedampft werden; wird der Rückstand daraus beim Glühen blau, so enthält das Mineralwasser Silber oder Gold; verflüchtigt er sich, Quecksilber; wird er braun, Kupfer; bleibt er weiß, Zinn.

Untersuchung der Mineralwasser im 16. Jahrhundert.

Aus solchem Unsinn, aus solchen Widersprüchen entwickelt sich die heutige Mineralwasseranalyse. — Besser als die meisten Analytiker des 16. Jahrhunderts verstand Libavius die Kunst, die Mineralwasser zu zerlegen. Auch Libavius befolgt im Allgemeinen die Methode der Zerlegung auf trocknem Wege, und in seiner Anleitung zur Probirkunst giebt er nichts Anderes, als was schon Agricola mitgetheilt hatte; in seinem Buche de judicio aquarum mineralium operirt er jedoch auf nassem Wege, und vermeidet hier wenigstens die groben Irrthümer, welche die Verfahrungsweisen seiner Vorgänger entstellen. Die Untersuchung des Mineralwassers soll in der Nähe der Quelle vorgenommen werden, damit nicht die gasförmigen Bestandtheile (spiritus) bei längerem Transporte entweichen. Zuerst wird die segregatio spirituum vorgenommen; eine bestimmte Menge des Wassers wird in eine Retorte gethan, an welche die Vorlage dicht angekittet ist; diese letztere wird überdies sehr kalt gehalten. Bei sehr gelinder Wärme wird nun destillirt, in der Vorlage sammeln sich die spiritus (mit Gas sehr stark geschwängertes Wasser). — Darauf folgt die Trennung des Wassers

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

Libavius' Methode, Mineralwasser zu untersuchen.

von den festen Bestandtheilen, segregatio aquositatis et contentorum. Eine bestimmte Menge Wasser wird im Aschenbad bis zur Honigconsistenz abgedampft; in diese concentrirte Lösung steckt man Halme oder Bindfaden, und wartet die Krystallisation ab. Durch diese soll man den Alaun von dem Vitriol, das (Koch-) Salz von dem Salpeter u. s. w. unterscheiden. Auch die Sublimation des Rückstandes lasse zwar in einigen Fällen den einen Bestandtheil von dem andern trennen, allein krystallisiren lassen, die Mutterlauge weiter abdampfen und wieder zur Krystallisation bringen und so fort, bleibt doch das hauptsächlichste Mittel zur Erkennung der in dem Wasser enthaltenen Salze. Um ganz allgemein zu entscheiden, ob ein Wasser mineralisch ist, kann man sich auch nach Libavius des einfachen Mittels bedienen, ein leinenes Tuch mit dem fraglichen Wasser zu tränken und trocknen zu lassen; die Zunahme an Gewicht lasse auf die Größe des Gehalts an mineralischen Substanzen schließen. — Reagentien wandte Libavius sehr wenig an, er kannte jedoch die Eigenschaft der eisenhaltigen Quellen, mit dem Safte mehrerer Pflanzen, der Eichen, Erlen, Galläpfel z. B., sich zu schwärzen, allein er bemerkt, daß dunkle Färbung durch Anwendung dieser Mittel auch bei solchen Wassern eintrete, in welchen Kupfervitriol aufgelöst ist, und hält hiernach das in dem Schwalbacher Weinbrunnen enthaltene Metall für Kupfer. Evenit aliquando, sagt er, ut aqua vinei fontis Langensbalbensis deferretur in vasculis e quercu recentibus. Ea inter portandum nigra evasit tanquam atramentum sutorium. Indicio est, illas aquas multo corporali chalcantho (Kupfersalz) constare, id quod arguitur quoque flore puniceo. Sed et ferri minera indicatur. Nam hujus quoque, ut et aeris vitriolo, nigrantur aquae. — So unsicher war die Kenntniß des Chemikers, der um 1600 der ausgezeichnetste seines Faches war. Farbe, Geruch und Geschmack der Mineralwasser bilden ihm noch außerdem die vorzüglichsten Anhaltspunkte zur Bestimmung ihrer Bestandtheile.

Um sich diesen fortwährend so unvollkommnen Zustand der analytischen Chemie zu erklären, muß man sich der Unsicherheit erinnern, welche damals noch über den Begriff von Bestandtheilen, von Verbindungen u. s. w. herrschte. Die Ansicht, daß eine Verwandlung der Metalle durch chemische Hülfsmittel möglich sei, daß die verschiedenartigsten Stoffe in einander übergeführt werden können, bildete das größte Hinderniß für die Ausbildung der analytischen Chemie. Van Helmont mußte noch bewei-

sen, daß ein Metall durch die Auflösung nicht zerstört wird, sondern daß es noch ganz in der Auflösung enthalten ist. Scheele mußte viel später noch zeigen, daß sich die Kieselerde nicht in Alaunerde verwandeln läßt. Die ausgezeichnetsten Chemiker des 17. Jahrhunderts waren noch der Meinung, daß die Laugensalze durch Einwirkung des Feuers auf Holz, Weinstein u. s. w. geschaffen werden, nicht, daß sie darin schon fertig gebildet enthalten sind; man glaubte damals noch, ein Alkali lasse sich durch zweckmäßige chemische Behandlung in eine Säure verwandeln, und auch den umgekehrten Erfolg könne ein geschickter Chemiker erreichen. Wie konnte aber in jener Zeit, wo von Vielen noch die Ausziehung eines Bestandtheils für eine Schaffung desselben gehalten wurde, von Erfolg in der analytischen Chemie die Rede sein, wie von Zuverlässigkeit über die Angabe des Vorkommens mehrerer Erden bei einander in derselben Verbindung, wenn man durch chemische Mittel die eine derselben in die andere überzuführen können glaubte?

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

Ich werde noch in diesem Theile die Entwicklung der Kenntnisse über Bestandtheile, chemische Verbindung u. s. w. weitläufiger besprechen; hier kann ich nur anführen, daß von der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts an richtigere Ansichten über diese Gegenstände, über die Unveränderlichkeit der Bestandtheile, wenn sie auch in chemische Verbindungen eingehen, bei einzelnen besseren Chemikern sich langsam Bahn brachen. Man lernte die Zusammensetzung mehrerer Verbindungen, vieler Salze namentlich, kennen; van Helmont, Glauber und Andere erwarben sich darum wesentliche Verdienste, Tachenius außerdem noch besonders dadurch, daß er die genauere Kenntniß mehrerer Reagentien erweiterte. Sein Hippocrates chemicus (1666) schließt schätzbare hierher bezügliche Erfahrungen ein. Tachenius prüfte die Wirkung der Galläpfeltinctur auf Kupfer, Blei, Eisen, Quecksilber u. a., und unterschied die Farben der entstehenden Niederschläge; er erkannte die reducirenden Wirkungen dieses Reagens auf Goldsolution. Er nahm wahr, daß die Auflösung des Aetzsublimats in Wasser durch feste und flüchtige Laugensalze verschieden gefällt wird. Seine analytischen Kenntnisse befähigten ihn zu mehreren Urtheilen, welche seine unwissenderen Vorgänger nicht abgeben konnten. So z. B. behauptete er, daß das Eisen innerlich angewandt nicht durch den Harn secernirt werde, auf den Grund hin, weil sich in diesem durch Galläpfeltinctur kein Eisen nachweisen lasse. Dem Rosenwasser schrieb man seiner Zeit eine wurmabtreibende Kraft zu; er zeigte, daß diese auf einem Gehalt an Kupfer beruht, welchen das Wasser

Tachenius.

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien.

aus den kupfernen Destillirgeräthschaften an sich zieht, und bewies die Richtigkeit seiner Behauptung, indem er das Kupfer aus dem Rosenwasser durch Kali ausfällte. Er zeigte den Unterschied des gemeinen Wassers vom destillirten, und daß ersteres stets Salz enthalte, denn es gebe mit Silbersolution einen Niederschlag wie eigens zubereitetes Salzwasser. — Solche Kenntnisse in der analytischen Chemie besaßen damals nur sehr Wenige.

Boyle.

Doch wird Tachenius in dieser Beziehung noch übertroffen durch Boyle. Kein Chemiker jener Zeit erkannte so wie Boyle die Unvollkommenheit der damaligen Analysirmethoden, namentlich schienen ihm alle die Zerlegungen, welche die Elementarconstitution eines Körpers darthun sollten, in keiner Weise diesem Zwecke zu genügen. Die Ansicht, daß das Feuer das kräftigste Agens sei, um eine Substanz in ihre letzten Bestandtheile zu zerlegen, bestritt er mit Erfolg durch die Bemerkung, daß ja das Feuer nicht einmal unter allen Umstanden gleichmäßig auf dieselbe Substanz einwirke, anders nämlich bei der Erhitzung an der Luft, anders in verschlossenen Gefäßen. Seine richtigeren Ansichten über den Begriff einer chemischen Verbindung, eines Bestandtheils und ähnliche Gegenstände (vergl. den Abschnitt: Chemische Verbindung, in diesem Theile) setzten ihn in den Stand, mit mehr Erfolg als alle Früheren für die analytische Chemie thätig zu sein. Weniger beschäftigte ihn dabei die Aufsuchung der Elemente in den verschiedenen chemischen Verbindungen, als vielmehr die Ermittlung der nachweisbaren näheren Bestandtheile in ihnen. Sein Chemista scepticus enthält ausgezeichnete Betrachtungen über die Richtung, welche die analytische Chemie damals allein mit Nutzen verfolgen konnte; ich verschiebe die genauere Mittheilung dieser Betrachtungen bis zu dem Abschnitte, welcher die Geschichte der Ansichten über die chemischen Elemente vollständiger enthält. Hier wollen wir nur noch bemerken, daß auch die Bezeichnung Analyse im chemischen Sinne sich zuerst bei Boyle gebraucht findet, wenigstens wird dies Wort bei ihm immer noch als ein neues und nicht Allen sogleich verständliches im Druck hervorgehoben. So namentlich in dem Chemista scepticus, wo er davon spricht, daß das Feuer nicht unbedingt als das zerlegende Agens angesehen werden könne; z. B.: Hoc observabo, quod uti consideratu dignum est in mixtorum corporum Analysi, ignis ne in ea agat, quando aperto aëri sunt exposita, an quando obturatis vasis inclusa, ita non parvi sit momenti gradus ignis, quo Analysin molimur. Oder: Nos velint (die Anhänger der alten Meinung) judicare, divisionem

igne factam veram esse in sua principia Analysin, ejusdemque producta appellationem corporum elementarium mereri. Oder: Hinc inferre nobis licet, ignem universalem omnium corporum mixtorum Analystam haud esse, cum ex metallis et mineralibus, in quibus Chymici operam suam maxime collocarunt, vix ulla appareant, quorum Analysin igne instituere queant. Und ſo finden ſich noch viele Stellen bei ihm.

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

Nachdem wir ſo die Einführung des jetzigen Namens für den Zweig unſerer Wiſſenſchaft, deſſen Geſchichte uns eben beſchäftigt, kennen gelernt haben, wollen wir die analytiſchen Kenntniſſe Boyle's etwas genauer betrachten. Es ſind dieſe in ſo vielen einzelnen Schriften zerſtreut, daß die ſpeciellere Angabe für jede einzelne Wahrnehmung hier zu weitläufig würde. Seine Kenntniß der Reagentien iſt es, welche uns hier am meiſten intereſſirt, und dieſe wollen wir in Einer Zuſammenſtellung geben.

Säuren im Allgemeinen erkannte Boyle durch die rothe Färbung des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen; Alkalien durch die rothe Färbung gelber Pflanzenfarben und durch die grüne des Veilchen- und Kornblumenſaftes; auch dadurch, daß jede Klaſſe dieſer Körper die Farbe wieder herſtellt, welche die andere verändert hatte. Die Pflanzenſäfte wandte Boyle als Tincturen oder auch auf Papier ausgedrückt an; er hatte die Einwirkung der Säuren wie der Alkalien auf eine große Menge der verſchiedenartigſten Pflanzen unterſucht. — Von den Säuren erkannte er die Schwefelſäure durch ihre Fällung mit Kalkſalzen, die Salzſäure mittelſt Silberlöſung. — Von den Alkalien unterſchied er das Ammoniak durch den weißen Nebel, den es mit Dämpfen von Salzſäure oder Salpeterſäure macht. Auch war ihm bekannt, daß das flüchtige Laugenſalz die Sublimatlöſung anders fällt als das fixe. Reagens auf Kalk war ihm die Schwefelſäure. — Das Kochſalz erkannte er durch die Silberſolution und ſchlug dieſe bereits vor, den Salzgehalt des Meeres quantitativ feſtzuſtellen; hier findet ſich auch die erſte Angabe über die Empfindlichkeit eines Reagens, daß nämlich 1 Theil Salz, in 3000 Theilen deſtillirten Waſſers gelöſt, noch durch Silberſolution angezeigt wird. — Ueber die Reactionen der Metalle wußte Boyle, daß eine kupferhaltige Flüſſigkeit durch Ammoniak blau gefärbt, eine ſilberhaltige durch Salzſäure niedergeſchlagen wird; daß Gold, wie auch Silber, ſich aus ſeiner Löſung durch einen Zuſatz von Queckſilber ausſcheidet; daß eiſenhaltige Flüſſigkeiten der Eichenlaub-, Blau-

Fortschritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

holz- und Galläpfeltinctur eine schwarze Farbe mittheilen, und wies vermittelst dieser Reaction Eisen im Blutstein nach; endlich, daß eisenhaltige Fossilien sich auch durch ihre Wirkung auf den Magnet erkennen lassen, wie er denn auf diese Art den Eisengehalt der Granaten nachwies. Boyle klagt, daß es sehr schwer zu erkennen sei, ob eine Flüssigkeit weißen Arsenik aufgelöst enthalte; als Reagens dafür giebt er Sublimatlösung an, welche einen weißen Niederschlag hervorbringe. Von Trennungen auf nassem Wege, die er kannte, erwähne ich der Scheidung des Kupfers von Gold durch Salpetersäure, und des Silbers vom Kupfer durch Auflösen und Fällen mit Kupfer.

Untersuchung der Mineralwasser im 17. Jahrhundert.

In den anderen Ländern war man damals weit entfernt, ebenso unterrichtet in der chemischen Analyse zu sein, oder nur Boyle's Belehrung gehörig zu nützen. Die qualitative Zerlegung auf nassem Wege wurde wenig betrieben; quantitative Resultate mittelst dieser Methode zu erreichen, galt fast für unmöglich. Charakteristisch für die analytischen Kenntnisse der Chemiker jener Zeit ist eine Abhandlung des würtembergischen Leibarztes Rosinus Lentilius (aus Kurland gebürtig), welche in die Ephemeriden der deutschen Naturforscher für 1686 aufgenommen ist, und über die Prüfung der Mineralwasser handelt. Die Reagentien sind die gewöhnlichsten Säuren und Salzlösungen, aber eine bestimmtere Angabe über die Art ihrer Wirkung, ihren Gebrauch und ihre Anzeigen sucht man vergebens. Für sehr verwegen aber hält es Lentilius, daß Einige die in einer bestimmten Menge Mineralwassers enthaltenen Bestandtheile selbst dem Gewichte nach angeben wollen und dieses sogar bis auf Unzen und Drachmen berechnen. Zahlreich waren indeß die Chemiker damals noch nicht, auf welche ein solcher Vorwurf bezogen werden konnte. In Frankreich war man in der Kunst, Mineralwasser zu analysiren, um nichts weiter; noch 1667 suchte da ein Dr. Peter Givry zu beweisen, daß alle Mineralquellen nichts als Alaun und Eisen enthalten.

Welcher Art die analytischen Kenntnisse damals waren, geht genügend aus einzelnen Meinungen der bedeutendsten Chemiker hervor, welche nur bei vollkommener Unkenntniß der chemischen Zerlegungskunst sich aufstellen ließen; so z. B. aus Becher's Ansicht über die künstliche Erzeugung des Eisens, daß man es durch Glühen von Lehm mit Öel machen könne. Ebenso behauptete Kunkel, obgleich er den Schwefelgehalt im Zinnober und rohen Antimon nicht leugnete, doch, Bleiglanz, Rothgüldigerz und

Glaserz enthielten keinen Schwefel. Auf einem nicht unrichtigen Princip, allein in der Wahl der Mittel verfehlt, beruhte sein für die quantitative Analyse wichtiger Vorschlag, die Menge von wirklicher Säure in dem an Stärke so verschiedenen Scheidewasser in der Art zu bestimmen, daß man Silber darin auflöse, und dann abrauche, bis rothe Dämpfe zum Vorschein kommen.

Untersuchung der Mineralwasser im 17. Jahrhundert.

Bessere Einsicht in die Zerlegung der Mineralwasser als die Vorhingenannten hatten um das Ende des 17. Jahrhunderts Duclos in Frankreich und Hiärne in Schweden. Duclos [1]) untersuchte 1670 viele französische Mineralquellen, und wies in ihnen Kochsalz und eine gypsähnliche Substanz (es war wirklich Gyps) als Bestandtheile nach. Auch er urtheilte noch über die Natur der Salze aus ihren äußeren Eigenschaften, zu deren Bestimmung er das Mikroskop zu Hülfe nahm; doch bediente er sich auch einiger Reagentien, nämlich Galläpfeltinctur, Lackmustinctur, Schwertliliensaft und Eisenvitriollösung. Nach ihm wurden in Frankreich viele solcher Untersuchungen ausgeführt, allein meist mit sehr schlechten Resultaten. So suchte C. J. Geoffroy 1724 das Mineralwasser zu Passy zu zerlegen und nachzumachen, und glaubte das letztere vollkommen zu erreichen, wenn er 10 Gran Eisenvitriol zu 8 Unzen Wasser setze. Er ließ somit den Wunsch und die Hoffnung noch nicht in Erfüllung gehen, welche schon Baco von Verulam in seiner Schrift de augmentatione scientiarum ausgesprochen hatte, daß es den Fortschritten der Chemie bald gelingen möge, alle Mineralwasser künstlich genau nachzumachen. — Hiärne beschrieb von 1679 bis 1702 viele schwedische Mineralquellen in chemischer Beziehung, und bediente sich dabei der damals bekannten Reagentien, zu deren weiterer Untersuchung er aufforderte; 1707 erschien von ihm Brevis manuductio ad fontes medicales et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas, ex arte applicandas. In derselben Art arbeitete auch Henkel 1720, der bei der Untersuchung der Schlackenbäder zu Freiberg Galläpfeltinctur, Veilchensaft, Säuren und Alkalien als Reagentien anwandte. — Aber weit übertroffen wurden alle diese durch Fr. Hoffmann, der seit 1703, wo er seine Methodus examinandi aquas salubres veröffentlichte, bis 1731 eine große Anzahl Mineralquellen chemisch untersuchte. Er wider-

[1]) Dominique Duclos, geboren 1623, starb 1684 als Arzt und Mitglied der Akademie zu Paris.

Untersuchung der Mineralwasser im 18. Jahrhundert.

legte die Meinung der früheren Scheidekünstler, daß sich in den Mineralquellen Gold, Silber, Arsenik u. s. w. als Bestandtheile vorfänden, und bestritt auch zuerst, daß Alaun in den Mineralwassern vorkomme, es müsse denn in der Nähe einer Alaunformation sein. Er lehrte zuerst die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile unterscheiden. Einen luftförmigen Körper (die Kohlensäure) wies er als Bestandtheil in allen Sauerbrunnen nach, und bewies seine saure Eigenschaft. Das Eisen erkannte er als den häufigsten Bestandtheil der Gesundbrunnen, und lehrte es auffinden durch den Geschmack des Wassers, durch den sich von selbst absetzenden Eisenocher, durch gepulverte Galläpfel. Das Kupfer, das sich nach ihm nicht in Gesundbrunnen, sondern nur in Wassern aus Bergwerken findet, entdeckt er durch Präcipitation mittelst metallischen Eisens. Das Kochsalz macht sich erkennbar nach dem Abdampfen durch die Form seiner Krystalle, und dadurch, daß es mit Salpetersäure gemischt Königswasser giebt. Die alkalischen Wasser brausen mit Säure auf. Auf den Gehalt an Magnesia, einen bis dahin noch nicht als eigenthümlich betrachteten Körper, macht er zuerst aufmerksam; er unterscheidet das Bittersalz indeß nicht nach seinen chemischen Eigenschaften, sondern hält es auf seine besondere Krystallform und seinen Geschmack hin für ein eigenthümliches Salz. Die Schwefelwasser erkennt man nach ihm an dem Geruch und an der Schwärzung des Silbers, welche sie hervorbringen. Nach ihren hauptsächlichsten Bestandtheilen unterscheidet er allgemein die Mineralwasser als alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Kalkwasser.

Bei allen Fortschritten, welche die Analyse auf nassem Wege durch Fr. Hoffmann's Bemühungen machte, schenkte man doch den chemischen Reactionen nur geringe Aufmerksamkeit; während jetzt die Eigenthümlichkeit eines neuen Stoffs nur durch die Angabe dieser bewiesen werden kann, begnügte man sich damals mit Berufung auf Geschmack und Krystallgestalt, und selbst diese Angaben vermißt man oft, wenn von der Erkennung einer einfacheren Substanz als einer neuen die Rede ist, wie z. B. bei Hoffmann's kurzer Angabe, daß im Thon eine Erde eigener Art enthalten sei, und bei Stahl's Bemerkung, daß das Kochsalz ein eigenthümliches Alkali in sich enthalte.

Auch andere Chemiker, welche ihre Behauptungen gut zu rechtfertigen wußten, bedienten sich dazu der Reactionen auf nassem Wege nur wenig. Als einer wichtigen Reaction, die man im Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckte, mag hier noch der Auffindung des Bleies bei der Weinverfälschung

durch Kalkschwefelleber Erwähnung geschehen [1]). Auf die Zusammensetzung der Körper wurde mehr aus der Synthese geschlossen als aus der Analyse, auf die Eigenthümlichkeit eines Körpers noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzugsweise aus seinen physikalischen Eigenschaften. So erforschte Brand 1735 die Zusammensetzung des weißen Vitriols, indem er zeigte, daß dieser Vitriol, mit Kupfer und Kohlenpulver zusammengeschmolzen, Messing giebt, und daß Zink, in Schwefelsäure aufgelöst, zu einem mit dem weißen Vitriol vollkommen übereinstimmenden Salz krystallisirt. So unterschied Duhamel 1736 die Soda von der Potasche nach der Löslichkeit und Krystallform der Salze, welche beide mit derselben Säure bilden, und nach der Luftbeständigkeit.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Marggraf zuerst widmete den Reactionen auf nassem Wege wieder mehr Aufmerksamkeit. Er zeigte die Zusammensetzung des Gypses, auf welche er aus der bekannten des schwefelsauren Kali's schloß; weil nämlich der Gyps, wie das schwefelsaure Kali, durch Glühen mit Kohle eine Schwefelleber giebt, weil der Gyps, mit kaustischem Kali behandelt, schwefelsaures Kali und Kalk giebt, besteht er aus Schwefelsäure und Kalk; er wies auch die Schwefelsäure im Schwerspath nach. Den Unterschied der Alaunerde von der Kalkerde bewies er durch die verschiedene Löslichkeit ihrer Salze. Als Reagens auf Eisen wandte er das Blutlaugensalz an. Den Unterschied der Soda von der Potasche bewies er durch die verschiedene Löslichkeit der schwefelsauren, durch die verschiedene Krystallform der salpetersauren Salze, und durch die verschiedene Farbe, welche die letzteren der Flamme beim Verpuffen mit Kohlenpulver mittheilen; er bemerkte außerdem, daß beide Arten von Alkalien in ihren Reactionen sonst ganz übereinstimmen. Bei seiner Unter-

---

[1]) Die Entdeckung und Anwendung dieser Reaction bildet den ersten Anhaltspunkt für die gerichtliche Chemie, bezüglich deren Geschichte wir indeß hier nicht weiter eingehen können, sondern auf die specielle Besprechung der einzelnen Substanzen, auf welche die gerichtliche Chemie zu untersuchen hat, verweisen müssen. Vor der Mitte des 18. Jahrhunderts existirte noch gar keine Anleitung, in Vergiftungsfällen z. B. chemische Untersuchungen anzustellen; höchst unvollkommen waren noch die Vorschriften, welche Heinrich Friedrich Delius (geboren 1725, Professor zu Erlangen und Präsident der kaiserlichen Akademie der Naturforscher, gestorben 1788) in seiner Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis (1771) gab. Erst Remer stellte in seinem Lehrbuche der polizeilich-gerichtlichen Chemie (erschien zuerst 1803) das Dahingehörige vollständiger und übersichtlicher zusammen.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

suchung verschiedener Brunnenwasser fand er Bestandtheile richtig auf, die nachher fast wieder in Vergessenheit geriethen; so z. B. Salpeter und salpetersauren Kalk. Bei mehreren anderen analytischen Arbeiten waren seine Resultate weniger richtig (vergl. I. Theil, Seite 210), namentlich in seiner Bestimmung des Arsenikgehalts in dem käuflichen Zinn (vergl. Arsenik im III. Theile).

Auf Marggraf folgt eine Reihe anderer Analytiker, die sich der Operationen auf nassem Wege vorzugsweise bedienten; es sind hauptsächlich hier zu nennen Bergman und Scheele.

Bergman behandelte zuerst die analytische Chemie auf nassem Wege ganz in der Art, wie sie noch heute betrieben wird; die Resultate sind ursprünglich enthalten in seinen akademischen Schriften de analysi aquarum 1778, welcher er die Untersuchung mehrerer einzelnen Mineralwasser folgen ließ, de minerarum docimasia humida 1780, de terra gemmarum 1780, und in dem Abschnitte seiner gesammelten Werke, welcher de praecipitatis metallicis handelt. Zur Mineralwasseranalyse schrieb Bergman folgende Reagentien vor: Lackmustinctur für freie Säure; Brasilienholzabsud für Alkalien; Galläpfeltinctur für Eisen; Blutlaugensalz, welches Eisen blau, Kupfer braun, Mangan weiß fälle; Schwefelsäure zur Entdeckung von Baryt und zur Entwicklung der Kohlensäure; Salpetersäure, um den Schwefelwasserstoff durch den Niederschlag von Schwefel nachzuweisen (auf Schwefelwasserstoff reagirte er auch sonst noch mit weißem Arsenik), Oxalsäure für Kalk; luftvolles fixes Alkali zur Niederschlagung der Metalle und Erden, auch kaustisches Kali zu demselben Zwecke; luftvolles flüchtiges Alkali ebendafür und zur Reaction auf Kupfer; Kalkwasser für Kohlensäure; salzsauren Baryt für Schwefelsäure und ihre Verbindungen; salpetersaures Silber für Salzsäure und ihre Verbindungen, auch Schwefelwasserstoff lasse sich dadurch nachweisen. Der Weingeist ist zum Trennen der verschiedenen Salze anwendbar. Für weniger sichere Reagentien erklärt Bergman die Lösungen von salpetersaurem Queckſilber, Sublimat, Eisenvitriol, essigsaurem Blei, Schwefelleber- und die alkoholische Seifensolution, die man damals viel anwandte, um reines Wasser, was sich damit nicht trübe, zu erkennen. — Die Bestandtheile des Mineralwassers sucht man in unlösliche Verbindungen zu bringen; für die am häufigsten vorkommenden Salze giebt Bergman an, wieviel Säure und wieviel Basis in ihnen enthalten ist (vergl. sonst noch Theil I. Seite 248). In der Dissertatio

metallurgica de minerarum docimasia humida giebt Bergman die erste vollständigere Anleitung zur Prüfung der Mineralien auf nassem Wege. Er hebt hervor, wie man bisher sich dieser Methode nur insofern bedient habe, daß man das Metallische aus den Erzen durch Auflösungsmittel herauszog und es dann durch Hülfe des Feuers reducirte; Bergman aber zieht es vor, die metallischen Bestandtheile auch anders als durch Zurückführung in den reguliniſchen Zustand zu bestimmen. Er beschreibt die Reactionen der Metalle, macht zuerst darauf aufmerksam, daß die Metallkalke aus ihrer Solution durch ätzende Alkalien als Hydrate, durch kohlensaure Alkalien als kohlensaure Salze gefällt werden; er macht auf den Unterschied der Farbe aufmerksam, je nachdem man mit reinem oder mit kohlensaurem Alkali fällt, und auf die Aenderung der Farbe, welche durch Erhitzen des Niederschlages eintreten kann; er liefert überhaupt zuerst genauere Angaben über die Farbe der Niederschläge. Genaue Anweisung giebt er zur Analyse der Gold-, Platin-, Silber-, Queckſilber-, Blei-, Kupfer-, Zinn-, Wismuth-, Nickel-, Arsenik-, Kobalt-, Zink-, Antimon- und Manganerze. — Bergman fand, daß sich die meisten Mineralien in Salzsäure lösen, wenn sie nur sehr fein gepulvert sind; für die Fälle, wo sich die Lösung auf diese Art nicht erreichen läßt, wandte er zuerst das Aufschließen mit kohlensaurem Kali an, welche Operation in der Folge noch viele Verbesserungen erfuhr (vergl. darüber: Aufschließen, bei der Geschichte der Kieselerde im III. Theile). — Ueber Bergman's quantitative Resultate werde ich gleich in dem folgenden Abschnitte Näheres mittheilen.

Fortschritte der Analyse während des 18. Jahrhunderts.

Neben Bergman zeichnete sich als genauer Analytiker auf nassem Wege Scheele aus, der indeß nur die qualitative Bestimmung der Bestandtheile im Auge hatte. Scheele hat seine Verfahrungsweisen zur Zerlegung von Verbindungen nicht zusammengestellt, allein jede seiner Arbeiten, wo er neue eigenthümliche Substanzen, die in die unorganische Chemie gehören, auffand, waren damals Muster der chemischen Analyse (vergl. I. Theil, Seite 258—261), und wenige Scheidekünstler kannten damals die Reactionen aller bekannten Stoffe so genau wie Scheele.

Die heutige Methode zur qualitativen Analyse auf nassem Wege wurde durch diese Arbeiten festgestellt, und kurz nur brauchen wir der Chemiker zu erwähnen, welche bis zu der neueren Zeit auf der einmal eröffneten Bahn die ausgezeichnetsten Fortschritte machten. In Deutschland stellte Göttling in seinem vollständigen chemischen Probirkabinet (1790) und in

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

seiner praktischen Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie (1802), und Lampadius in seinem Handbuch zur chemischen Analyse der Mineralkörper (1801) die besten damals bekannten Methoden zusammen. Westrumb besonders verbesserte die Methoden, Mineralwasser zu zerlegen, Klaproth's und nach ihm Stromeyer's Arbeiten gaben für die chemische Zerlegung der Mineralien ausgezeichnete Anhaltspunkte ab. Alle früheren Versuche, in einem Compendium die besten analytischen Verfahrungsweisen zusammenzufassen, übertraf weit Pfaff's [1]) Handbuch der analytischen Chemie (erschien zuerst 1821); genaue Kenntniß der Reagentien, des Grades ihrer Empfindlichkeit, Bekanntschaft mit den besten analytischen Methoden wurden durch dieses Werk vorzüglich verbreitet, dessen Ansehen erst durch H. Rose's [2]) gleichnamige Arbeit verdunkelt wurde. In Schwe-

[1]) Christian Heinrich Pfaff ist geboren zu Stuttgart 1773, wo er auch seine erste Bildung erhielt. 1793 promovirte er als Doktor der Medicin, und nahm zunächst seinen Aufenthalt in Göttingen; 1794 — 95 beschäftigte er sich in Kopenhagen mit der praktischen Medicin. Nach einer Reise durch Italien 1795 — 97 wurde er bald, 1800, als Professor in Kiel angestellt, wo er für Chemie und Physik noch thätig ist. Pfaff hat Ausgezeichnetes geleistet für die Chemie, für die Medicin (durch sein großes Werk »System der Materia medica« 1818 — 1824) und für die Physik, besonders für die Erkenntniß des Galvanismus, zu dessen ersten Bearbeitern er zählt.

[2]) Drei Generationen hindurch gehört, mit immer steigenden Verdiensten, der Name Rose zu denjenigen, welche die Chemie als die ihrer vorzüglichsten Vertreter nennt. — Valentin Rose, der ältere, war 1735 zu Neu-Ruppin geboren. Er widmete sich der Pharmacie; Chemie studirte er zu Berlin unter Marggraf, dessen Verwandter er war. Er ließ sich als Apotheker in Berlin nieder, wo er 1770 Assessor des Medicinalcollegiums wurde. In Folge zu angestrengter Thätigkeit starb er schon 1771. — Sein Sohn, Valentin Rose der jüngere, war 1762 zu Berlin geboren; seine Erziehung leitete Klaproth (vergl. I. Theil, Seite 343 ff.), auf dessen Rath er sich der Pharmacie widmete, welche er, von 1778 an, in Frankfurt a. M. erlernte. Von 1782 an studirte er zu Berlin; weitere Ausbildung suchte er noch unter Hagen in Königsberg. 1792 übernahm er die väterliche Apotheke in Berlin. Neben vielen rein wissenschaftlichen Arbeiten war er zugleich thätig für die Verbreitung der Chemie und in seinem amtlichen Wirkungskreise; von 1800 an hielt er regelmäßig Vorlesungen über Experimentalchemie für die Mitglieder der pharmaceutischen Gesellschaft zu Berlin, deren Mitdirector er seit 1802 war; als Assessor am Obermedicinalcollegium erwarb er sich besondere Verdienste um die Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe. Er starb 1807. — Söhne von ihm sind Heinrich und Gustav Rose. Heinrich Rose ist geboren zu Berlin 1795. Die Pharmacie erlernte er zu Danzig, später studirte er zu Berlin, und gegen Ende des Jahres 1819 ging er nach Stockholm,

den wandte Berzelius der Analyse unorganischer Körper seine erfolgreiche Thätigkeit zu, und erhob die Mineralwasseranalyse zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. — In Frankreich dienten im Anfange dieses Jahrhunderts vorzüglich Vauquelin's einzelne Untersuchungen als Vorbilder in der unorganischen Analyse, und Thénard gab später eine allgemeine Anleitung dafür. In England suchte, bald nach Bergman, Kirwan die analytischen Methoden des Ersteren zu verbessern, wobei er namentlich in die quantitativen Bestimmungen größere Genauigkeit brachte; auch zur Prüfung der Mineralwasser gab er am Ende des vorigen Jahrhunderts verbesserte Vorschriften. Die große Zahl von Chemikern, welche sich nach den eben genannten vorzugsweise dem Studium der Analyse zuwandten, glaube ich hier nicht weiter besprechen zu dürfen, da das Vorstehende hinreicht, über die Heranbildung des heutigen Zustandes der analytischen Chemie auf nassem Wege Aufschluß zu geben, und weiter zu gehen, nicht im Plane dieser

Fortschritte der Analyse während des 19. Jahrhunderts.

---

wo er anderthalb Jahre in Berzelius' Laboratorium arbeitete. Auf den Rath dieses seines Lehrers widmete er sich dem akademischen Lehramte; von Stockholm zurückgekehrt, verweilte er längere Zeit zu Kiel, wo er seine Dissertation: de Titanio ejusque connubio cum oxygenio et sulphure, schrieb, und zum Doctor der Philosophie promovirt wurde. Im Sommer 1822 habilitirte er sich als Privatdocent an der Berliner Universität, wo er seine Vorlesungen über praktisch-analytische Chemie im Herbste dieses Jahres begann. Im Jahre 1823 wurde er außerordentlicher, 1835 ordentlicher Professor der Chemie. Seine literarischen Leistungen finden sich in den letzten Bänden von Gilbert's Annalen, und seit der Fortsetzung derselben durch Poggendorff sämmtlich in des Letzteren Zeitschrift. Sein Handbuch der analytischen Chemie erschien zuerst 1829 in Einem Bande; die zweite Auflage, in zwei Bänden, 1831, die vierte 1838. Es wurde wiederholt in die französische, auch in die englische Sprache übersetzt. — Gustav Rose ist 1798 zu Berlin geboren; er bestimmte sich für die praktische Laufbahn als Bergmann, die er 1816 in Schlesien begann. Bald kehrte er wieder nach Berlin zurück, wo er sich mit dem theoretischen Theile seiner Wissenschaft beschäftigte. Seine Gesundheitsverhältnisse veranlaßten ihn, von der Bergbauwissenschaft abzugehen; er widmete sich jetzt vorzugsweise der Mineralogie, und promovirte zu Berlin 1820. Im Jahre 1821 arbeitete er längere Zeit in Berzelius' Laboratorium; in demselben Jahre wurde er zum Custos der Universitäts-Mineraliensammlung zu Berlin ernannt. Hier habilitirte er sich 1823 für Mineralogie, und wurde 1826 außerordentlicher, 1839 ordentlicher Professor. Mit A. von Humboldt und Ehrenberg machte er 1829 die Reise nach dem Ural, Altai und dem kaspischen Meere, deren Resultate er (in zwei Bänden, 1837 und 1841) beschrieb. Mit Uebergehung vieler anderen Abhandlungen nennen wir hier noch seine Elemente der Krystallographie (1ste Auflage 1833, 2te 1838).

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigsten Reagentien, über die Auffindung der wichtigsten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieser allgemeinen Darstellung keinen Platz finden konnte, wird die Geschichte der betreffenden Substanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyse.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortschritte der Kunst, die Bestandtheile einer Verbindung quantitativ zu bestimmen, hinzufügen, abgesondert, weil dieser Zweig der analytischen Chemie erst dann seine hauptsächlichsten Fortschritte macht, nachdem die qualitative Analyse schon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorstehenden Abschnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyse Bezügliche; so diente die Cupellation schon in den früheren Zeiten zu quantitativen Bestimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweise der Erkenntniß der Zusammensetzung eigentlicher chemischer Verbindungen nach Gewicht Aufmerksamkeit schenken.

Die erste Kenntniß der Zusammensetzung in dieser Beziehung geschah nicht auf analytischem Wege, sondern auf synthetischem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zusammensetzung angewandt, spät erst, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erstere Anwendung fand sie schon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zusammensetzung von Legirungen schrieb man damals schon bestimmte Gewichtsverhältnisse vor.

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

In der analytischen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunst. Die Betrachtungsweise der Chemiker schloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältnisse ein, als daß man mittelst der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen versucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieser Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

die Beobachtung der Gewichtsverhältnisse eine Theorie über die Verkalkung der Metalle (vergl. da), van Helmont bediente sich ihrer, um seine Meinung über die Verwandlung des Wassers in vegetabilische Substanz zu rechtfertigen (vergl. I. Theil, Seite 120). Analytische Bestimmungen liegen indeß aus jener Zeit nur sehr wenige vor. Die Angaben über die Gewichtszunahme bei Verkalkung von Metallen gehören weniger hierher, weil man sie nicht als zur Kenntniß einer chemischen Verbindung gehörend ansah. Glauber machte eine der ersten Bestimmungen über die Zusammensetzung eines Salzes, indem er angab, sein sal mirabile (Glaubersalz) verliere durch Erhitzen $^3/_4$ (0,75, richtig: 0,56) Wasser. — Boyle theilt einige Angaben mit, welche deutlich zeigen, wie unbeachtet seiner Zeit noch die Gewichtsverhältnisse waren; er hebt hervor, daß der Niederschlag von Silbersolution mit Kochsalz schwerer wiege als das aufgelöste Silber; ganz unbestimmt ist auch seine Angabe, daß, um den mit Kohle verpufften Salpeter wieder herzustellen, man ihm soviel Säure wieder zufügen müsse, als er durch die Verbrennung verloren habe. Sehr deutlich zeigen die Fertigkeit, welche man um das Ende des 17. Jahrhunderts in quantitativen Bestimmungen hatte, die Resultate, welche Homberg und der ältere Geoffroy über die Zusammensetzung einiger Salze berichten. Homberg untersuchte 1699, wieviel von verschiedenen Säuren zur Neutralisation einer constanten Menge Weinsteinsalzes nöthig ist, und wieviel die wohlgetrocknete Verbindung sodann wiegt, und kam zu dem Resultate, daß alle Säuren durch diese Operation das Gewicht des Weinsteinsalzes um gleichviel vermehren (vergl. das Genauere in der Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Homberg war übrigens der Erste, welcher das Concentriren einer wässerigen Säure an einer Basis anempfahl, um die Menge der in jener enthaltenen wirklichen Säure zu ermitteln; die entweichende Kohlensäure brachte er freilich nicht mit in Rechnung. St. F. Geoffroy untersuchte 1717 den Salpeter und gab seine quantitative Zusammensetzung an: die Hälfte ist Wasser, ein Viertel absorbirende Erde und das letzte Viertel Säure.

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

Stahl's Schule legte, wie wir im I. Theile ausführlich besprochen haben, kein Gewicht auf quantitative Bestimmungen, und, mit Ausnahme ihrer letzten Anhänger, hat sie in dieser Beziehung nichts geleistet; nur hin und wieder kommt eine solche Angabe vor. So berichtet Marggraf 1749, daß zwei Unzen Silber, in Salpetersäure gelöst und mit Kochsalz gefällt,

Erste Beachtung der Gewichtsverhältnisse bei der Analyse.

einen Niederschlag geben, der getrocknet zwei Unzen, fünf Drachmen und vier Gran wiegt (richtig: zwei Unzen, fünf Drachmen und funfzehn Gran). Der Schwede Heinrich Theodor Scheffer suchte gleichfalls um 1750 [1]) die quantitative Zusammensetzung einiger chemischen Verbindungen zu bestimmen, und zwar in folgender indirecten Weise. Er sagt: Wenn man 16 Loth abgeknistertes Kochsalz mit 13 Loth starker Vitriolsäure destillirt und den Rückstand glüht, so findet man ihn 19½ Loth schwer. — Wenn man 16 Loth Kochsalz mit nur 8 Loth Vitriolsäure destillirt, so wird man finden, daß das Zurückbleibsel 18 Loth wiegt. Es sind hierbei offenbar 6 Loth Salzsäure fortgegangen (16 + 8 — 18), wenn aber 8 Loth Schwefelsäure 6 Loth Salzsäure austreiben, so müssen 13 Loth der ersteren 9½ der letzteren verdrängen. Es sind also in 16 Loth Kochsalz 9½ Loth Säure und folglich 6½ Loth mineralisches Laugensalz (richtig: 7½ der ersteren und 8½ des letzteren) enthalten, dagegen in 19½ Loth (wasserfreiem) Glaubersalz ebenso viel (6½) Laugensalz, aber 13 Loth Vitriolsäure (richtig: 8½ des ersteren und 11 der letzteren) stecken. —

Analysen von Cavendish.

Etwas genauer als diese ersten Versuche, die Zusammensetzung einiger Salze festzustellen, sind die Beobachtungen von Cavendish (1766) über den Kohlensäuregehalt einiger Salze; doch lassen nur wenige seiner Angaben eine Vergleichung mit unseren jetzigen Kenntnissen zu, weil sie meist auf unreine Stoffe gehen, auf Varietäten desselben Salzes nach seinem verschiedenen Vorkommen, auf Salze von wechselnder Zusammensetzung, wie kohlensaures Ammoniak u. s. w. Ich gebe hier nur zwei derselben wieder; Cavendish erhielt:

aus 1000 Grains Marmor 408 fixe Luft (richtig 436)
» » » Potasche 423 » » (» 318).

Analysen von Bergman.

Eine genauere Kenntniß, wieviel von den Bestandtheilen in den verschiedenen chemischen Verbindungen, und namentlich in den Salzen, enthalten ist, wurde erst durch Bergman's, Wenzel's, Kirwan's und einiger gleichzeitigen Chemiker Bemühungen eingeleitet. — Bergman besonders lenkte dieser Art von Bestimmungen die allgemeinere Aufmerksam-

[1]) Die Zeit, wann Scheffer diese Bestimmungen gemacht hat, ist nicht genau bekannt. Er erwähnt ihrer in seinen Vorlesungen über Chemie, welche nach dem Heft von Alströmer 1775 nach Scheffer's Tode durch Bergman veröffentlicht wurden. Alströmer besuchte Scheffer's Vorträge 1750.

keit zu. Einen unsterblichen Namen hat er sich dadurch in der Geschichte der analytischen Chemie erworben, daß er zuerst es einführte, einen Bestandtheil nicht immer im isolirten Zustande bestimmen zu wollen, sondern in derjenigen, ihrer Zusammensetzung nach genau bekannten, Verbindung, welche sich am leichtesten isoliren läßt. Ueber seine Methode einen Begriff zu geben, diene die Angabe, wie er die Zusammensetzung der Kali- und Natronsalze bestimmt. Zu diesen Bestimmungen nimmt er Potasche und Soda. Diese soll man erstlich gelind glühen, um sie wasserfrei zu machen. Zweitens ein bestimmtes Gewicht davon abwiegen, in ein geräumiges Glas *A* bringen und in etwas Wasser lösen. Drittens thue man in ein kleineres Glas *B* etwas von der Säure, für deren Salz man die Zusammensetzung kennen lernen will. Viertens verstopfe man *A* und *B*, und bestimme ihr Gewicht. Fünftens gieße man allmälig die Säure aus *B* in *A* und bedecke nach jedesmaligem Zugießen *A* lose mit seinem Stopfen, damit bei dem Aufbrausen keine Feuchtigkeit entweiche. Wenn die Zersetzung vollständig ist, so wiege man sechstens *A* und *B* wieder; sie werden zusammen weniger wiegen als vorher, um so viel, als in der angewandten Menge Salz Kohlensäure enthalten war. Siebentes wird diese Gewichtsdifferenz von der angewandten Menge kohlensauren Salzes abgezogen, und man erhält die Menge reinen Alkali's, die darin vorhanden war. Achtens wird die Flüssigkeit in *A* abgedunstet und gelinde geglüht; die Menge Salz, welche man erhält, besteht aus der Menge Alkali, die durch das siebente Verfahren gefunden wurde, und aus soviel Säure, als das Salz über diese Menge Alkali wiegt.

Analysen von Bergman.

Die unmittelbaren Resultate dieses Verfahrens werde ich unten bei der Geschichte der Verwandtschaftslehre mittheilen; ich gebe hier noch eine Zusammenstellung Bergman'scher Analysen aus den Jahren 1775 bis 1784, welche die Genauigkeit seiner Bestimmungen beurtheilen lassen; die heutigen Annahmen über die Zusammensetzung füge ich in Klammern bei.

Nach Bergman enthalten 100 Theile:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Eisenvitriol.	Kupfervitriol.
Basis . .	20 (21,8)	48 (47,0)	23 (25,4)	20 (31,8)
Säure . .	16 (15,4)	20 (44,0)	39 (29,0)	40 (32,1)
Wasser . .	64 (62,8)	32 (9,0)	38 (45,6)	40 (36,1).

	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	52 (54,1)	61 (63,3)	15 (19,4)	42 (53,3)
Säure . .	40 (45,9)	31 (36,7)	27 (24,8)	52 (46,7)
Wasser . .	8	8	58 (55,8)	6

Analysen von Bergman.

	Kalkspath.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	32 (32,9)	65 (77,6)	19 (16,7)
Säure . .	34 (43,7)	46 (46,3)	7 (22,4)	33 (32,4)
Wasser . .	11	22 (20,8)	28	48 (50,9).

Ich führe hier immer die Berechnung nach der Hypothese an, daß die Chlormetalle salzsaure Salze seien, wie es die Urheber der mitzutheilenden Analysen annahmen.

Analysen von Wenzel.

Zu der Zeit, wo Bergman sich mit quantitativen Bestimmungen zu beschäftigen anfing, 1777, publicirte Wenzel Analysen von Salzen, welche mit Bergman's Angaben in keiner Weise übereinstimmten. Wenzel schlug ähnliche Verfahrungsweisen ein wie Bergman; wie nahe er damit der Wahrheit kam, zeigt folgende Zusammenstellung:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Salpeters. Kalk.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	37,5 (36,6)	48,1 (46,6)	33,8 (34,5)	28 (27,6)
Säure . .	62,5 (63,4)	51,9 (53,4)	66,2 (65,5)	72 (72,4)
	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Schwefels. Natron.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64,7 (63,3)	19,5 (19,4)	54,3 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	35,3 (36,7)	24,3 (24,8)	45,7 (46,7)
Wasser . .	—	—	55,2 (55,8)	—
	Schwefels. Zink.	Schwefels. Kalk.	Essigs. Natron.	Bittersalz.
Basis . .	46,2 (50,1)	40,2 (41,5)	39,7 (38,0)	16,9 (16,7)
Säure . .	53,8 (49,9)	59,8 (58,5)	60,3 (62,0)	30,6 (32,4)
Wasser . .	—	—	—	52,5 (50,9).

Nach ihm geben weiter:

100 metallisches Blei 143,3 (146,4) Bleivitriol
» » » 137,5 (134,2) salzs. Blei
» » Silber 132,5 (132,8) salzs. Silber.

Wenzel's Analysen blieben ebenso unbeachtet, wie seine auf sie gestützten theoretischen Folgerungen (vergl. Geschichte der Stöchiometrie in diesem Theile). Seinen so genauen Angaben fehlte der Glanz eines berühmten Namens, welcher die unrichtigen Resultate Bergman's überall angenommen werden ließ. Die Chemiker, welche die quantitative Zusammensetzung der Salze untersuchten, strebten nicht danach, sich zu Wenzel's Genauigkeit zu erheben, sondern verglichen ihre Resultate nur mit denen Bergman's. Unter ihnen müssen wir hier zuerst Wiegleb's erwähnen, der schon 1781 nach Bergman's oben angegebenem Verfahren controlirende Versuche anstellte. Er fand die Zusammensetzung für folgende wasserfreie Salze:

Analysen von Wiegleb.

	Kohlens. Kali.	Schwefels. Kali.	Salpeters. Kali.	Salzs. Kali.
Basis . .	52 (68,1)	49,5 (54,1)	53,5 (46,6)	80 (63,3)
Säure . .	48 (31,9)	50,5 (45,9)	46,5 (53,4)	20 (36,7)

	Kohlens. Natron.	Schwefels. Natron.	Salpeters. Natron.	Salzs. Natron.
Basis . .	64—56 (58,6)	43,6 (43,8)	41,8 (36,6)	53,2 (53,3)
Säure . .	36—44 (41,4)	56,4 (56,2)	58,2 (63,4)	46,8 (46,7).

Ehe wir weiter mit der Zusammenstellung fortfahren, welche uns die Fortschritte in der Kenntniß über die Zusammensetzung der Salze zeigt, müssen wir hier den Einfluß von Lavoisier auf die quantitative Analyse besprechen, der um jene Zeit, um 1790, Geltung gewann. Bereits in der Einleitung zum V. Zeitalter in dem I. Theile wurde hervorgehoben, welche Wichtigkeit seine Arbeiten für die Beachtung der Gewichtsverhältnisse überhaupt hatten; daß durch ihn eigentlich zuerst zur allgemeinen Anerkennung gebracht wurde, die Summe der Gewichte der Bestandtheile müsse dem Gewichte der Verbindung gleich sein, von dem Gewichte der Materie gehe durch chemische Operationen nichts verloren und werde nichts erzeugt. Wir heben dies hier nochmals hervor, weil um 1790 diese Wahrheit noch keineswegs allgemein erkannt war, wie denn z. B. Hermbstädt noch 1786 eine Beobachtung publicirte, nach welcher ein Pfund Braunstein 1430 Cubikzoll Luft, Sauerstoff, beim Erhitzen abgab, ohne an Gewicht zu verlieren. — Lavoisier's quantitative Analysen gingen indeß nicht auf die Salze, deren Untersuchung die anderen gleichzeitigen Chemiker vorzugsweise beschäftigte, sondern zur Begründung der antiphlogistischen Theorie untersuchte er hauptsächlich die Zusammensetzung der Säuren, des Wassers und, größtentheils nach fremden Versuchen, die der Oxyde (vergl. die Geschichte dieser im III. Theile). Einige seiner Resultate sind folgende:

Analysen von Lavoisier.

Kohlensäure.		Salpetersäure.		Phosphorsäure.	
Kohlenstoff	28 (27,3)	Stickstoff	20,5 (26,2)	Phosphor	39,4 (44,0)
Sauerstoff	72 (72,7)	Sauerstoff	79,5 (73,8)	Sauerstoff	60,6 (56,0).

Auf dieselbe Klasse von Körpern richteten Berthollet, Fourcroy und Andere vorzugsweise damals ihre analytischen Bestrebungen.

Kehren wir jedoch zurück zu der Angabe der Verbesserungen, welche hinsichtlich der Kenntniß über die quantitative Zusammensetzung der Salze versucht wurden. In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts waren in dieser Beziehung besonders Kirwan und Richter thätig. Des Ersteren Untersuchungen über die Zusammensetzung der Salze schließen sich an die

Bergman's an, und wie dieser glaubte er einen Zusammenhang zwischen den Quantitäten von Säuren und Basen, die sich neutralisiren, und der Affinität zwischen ihnen zu finden (vergl. Geschichte der Verwandtschaftslehre); des Letzteren Arbeiten setzen die Bemühungen von Wenzel fort, allgemeine Gesetze über die Proportionen der Bestandtheile in den Neutralsalzen aufzufinden (vergl. Geschichte der Stöchiometrie).

Analysen von Kirwan.

Kirwan untersuchte, namentlich 1790—1800, eine große Menge von Salzen; seine Arbeiten darüber stehen noch in Verbindung mit seinen Bemühungen, den Gehalt an wahrer Säure in den wässerigen Mineralsäuren aus dem specifischen Gewichte bestimmen zu können.

	Soda.	Doppeltkohlens. Kali.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Bittererde.
Basis .	60 (58,6)	41 (47,0)	43,9 (43,8)	36,7 (34,0)
Säure .	40 (41,4)	43 (44,0)	56,1 (56,2)	63,3 (66,0)
Wasser .	—	16 (9,0)	—	—

	Schwefels. Kali.	Salzs. Kali.	Glaubersalz.	Kochsalz.
Basis . .	54,8 (54,1)	64 (63,3)	18,5 (19,4)	53 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	36 (36,7)	23,5 (24,8)	47 (46,7)
Wasser . .	—	—	58,0 (55,8)	—

	Kohlens. Kalk.	Gyps.	Schwefels. Baryt.	Bittersalz.
Basis . .	55 (56,3)	35,2 (32,9)	67 (65,6)	17,0 (16,7)
Säure . .	45 (43,7)	50,4 (46,3)	33 (34,4)	29,3 (32,4)
Wasser . .	—	14,4 (20,8)	—	55,7 (50,9)

	Eisenvitriol.	Bleivitriol.	Kupfervitriol.	Zinkvitriol.
Basis . .	28 (25,4)	75,0 (73,6)	41,2 (31,8)	40,6 (28,1)
Säure . .	26 (29,0)	23,4 (26,4)	30,3 (32,1)	20,4 (28,0)
Wasser . .	46 (45,6)	1,6	28,5 (36,1)	39,0 (43,9).

Kirwan erlangte in seinen Endresultaten mehr Richtigkeit, weil er eine größere Zahl von früheren Analysen zur Vergleichung benutzen konnte, was für Bergman nicht möglich gewesen war. Die Uebereinstimmung verschiedener Chemiker hinsichtlich der Zusammensetzung eines Salzes sah Kirwan für den einzigen Anhaltspunkt an, ob die letztere für richtig erkannt zu erachten sei; er benutzte nicht zur Controle seiner Analysen die Entdeckungen in der Stöchiometrie, welche Wenzel schon klar erkannt hatte. — Unter den damaligen Analytikern Englands ist noch Black hervorzuheben, der namentlich 1794 bei Gelegenheit seiner Analyse des Geyser-Wassers von Island mehrere quantitative Angaben publicirte; ihre Genauigkeit zeigen folgende Proben; nach seinen Versuchen

Analysen von Black.

bestehen 100 krystall. Soda aus 21,2 (21,8) Natron, 14,8 (15,4) Kohlens., 64,0 (62,8) Wasser.
enthalten 100 schwefels. Natron so viel Säure als 170 (163,5) schwefels. Baryt.
» 100 Kochsalz » » » » 235 (244,6) salzs. Silber.

Analysen von Richter.

In Deutschland beschäftigte sich 1790 — 1800 vorzüglich Richter mit der Analyse von Salzen, um dadurch die Gültigkeit der von Wenzel und von ihm aufgefundenen stöchiometrischen Gesetze zu bestätigen. An Genauigkeit blieb er hinter Wenzel weit zurück; indem er die Möglichkeit, aus der empirischen Ermittlung der Zusammensetzung einiger Salze die anderer vorauszubestimmen, einsah, corrigirte er hiernach jede seiner fehlerhaften Analysen nach anderen fehlerhaften, und entfernte sich so in vielen Fällen weit von der Wahrheit. Es zeigt sich dies am besten in der Aequivalententafel, die aus seinen Angaben abgeleitet ist und welche in der Geschichte der Stöchiometrie nachgesehen werden kann; ich gebe deßhalb hier nur wenige seiner Analysen:

	Salpeters. Natron.	Salpeters. Kali.	Schwefels. Baryt.	Salpetrs. Strontian.
Basis . .	37,9 (36,6)	53,3 (46,6)	69 (65,6)	48,6 (58,6)
Säure . .	62,1 (63,4)	46,7 (53,4)	31 (34,4)	51,4 (41,4).

	Salpeters. Kalk.	Schwefels. Kalk.	Essigs. Natron.	Salpeters. Bittererde.
Basis . .	36,1 (34,5)	44,2 (41,5)	44,6 (38,0)	30,4 (27,6)
Säure . .	63,9 (65,5)	55,8 (58,5)	55,4 (62,0)	69,6 (72,4).

Analysen von Klaproth.

Weit genauer waren die Resultate Klaproth's, der behufs seiner Untersuchungen über die Constitution der Mineralien sich zuerst über die Zusammensetzung derjenigen chemischen Verbindungen unterrichten mußte, in welchen man die gewöhnlich vorkommenden Bestandtheile am passendsten abscheidet. Seiner Verdienste um die quantitative Analyse wurde schon früher (I. Theil, Seite 345 ff.) erwähnt; hier bemerke ich noch, daß es auch Klaproth war, der zuerst auf die Nothwendigkeit aufmerksam machte, allen Niederschlägen einen constanten Grad der Trockenheit zu geben, am besten sie zu glühen, bevor man sie dem Gewichte nach bestimme. Auf diese Art erhielt er viel richtigere Resultate als seine Vorgänger; die ersten Bände seiner »Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper« (von 1795 an) enthalten viele Bestimmungen über die Zusammensetzung der wichtigsten Salze; z. B.:

Analysen von Klaproth.

	Krystall. Soda.	Salzs. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Strontian.
Basis . .	22 (21,8)	63,8 (63,3)	66,7 (65,6)	58 (56,4)
Säure . .	16 (15,4)	36,2 (36,7)	33,3 (34,4)	42 (43,6)
Wasser . .	62 (62,8)	—	—	—

	Schwefels. Kalk.	Gyps.	Kohlens. Baryt.	Kohlens. Blei.
Basis . .	42,4 (41,5)	33,0 (32,9)	78—79 (77,6)	83,67 (83,5)
Säure . .	57,6 (58,5)	45,5 (46,3)	22—21 (22,4)	16,33 (16,5)
Wasser . .	—	21,5 (20,8)	—	—

Es geben nach ihm 100 Blei 115 (107,7) Bleioxyd.
» » » » » » 133 (134,2) salzs. Blei.
» » » » » » 141 (146,4) schwefels. Blei.

und ebenso genau bestimmte er die Zusammensetzung anderer natürlich vorkommender Substanzen, z. B.:

	Zinnstein.	Eisenoxyd.		Schwefelsilber.	Auripigment.
Metall .	79,5 (78,6)	67 (69,3)	Metall .	85 (87,1)	62 (60,9)
Sauerstoff	20,5 (21,4)	33 (30,7)	Schwefel	15 (12,9)	38 (39,1).

Analysen von B. Rose.

Klaproth's Bemühungen, die Zusammensetzung der wichtigsten Salze genau kennen zu lernen, wurden unterstützt durch die Arbeiten seines Schülers, des jüngern Valentin Rose. Dieser ermittelte 1803—1805 das Verhältniß der Bestandtheile in vielen Salzen; er fand z. B.:

	Krystall. Soda.	Doppeltkohlens. Natron.	Doppeltkohlens. Kali.	Salzs. Strontian.
Basis .	24 (21,8)	37 (37,0)	53 (47,0)	67,85 (65,5)
Säure .	15 (15,4)	49 (52,3)	43 (44,0)	32,15 (34,5)
Wasser .	61 (62,8)	14 (10,7)	4 (9,0)	—

	Salzs. Kali.	Salzs. Natron.	Sublimat.	Salzs. Baryt.
Basis . .	66,03 (63,3)	56,8 (53,3)	81,5 (79,9)	75,7 (73,6)
Salzsäure .	33,97 (36,7)	43,2 (46,7)	18,5 (20,1)	24,3 (26,4).

100 Silber geben nach ihm 133 (134,2) salzs. Silber.

Analysen von Bucholz.

Auch Bucholz, der zu derselben Zeit wie Rose sich mit der quantitativen Analyse der wichtigsten Salze beschäftigte, verdient hier genannt zu werden; seine Resultate entsprechen der Wahrheit sehr nahe; er fand z. B.:

	Schwefels. Kali.	Schwefels. Baryt.	Schwefels. Natron.	Schwefels. Kalk.
Basis . .	55,7 (54,1)	67,5 (65,6)	46,5 (43,8)	43,4 (41,5)
Säure . .	43,3 (45,9)	32,5 (34,4)	53,5 (56,2)	56,6 (58,5)
Wasser . .	1,0	—	—	—

	Schwefelf. Blei.	Kohlenf. Baryt.	Glauberſalz.	Gyps.
Baſis . .	74 (73,6)	79,7 (77,6)	20 (19,4)	33 (32,9)
Säure . .	26 (26,4)	20,0 (22,4)	23 (24,8)	43 (46,3)
Waſſer . .	—	0,3	57 (55,8)	24 (20,8).

100 Silber geben nach ihm 133⅓ (134,2) ſalzſ. Silber.

In Frankreich zeichneten ſich zu jener Zeit in der quantitativen Analyſe hauptſächlich Vauquelin und Prouſt aus; auch ihre Analyſen trugen weſentlich dazu bei, die Geſetzmäßigkeiten in der quantitativen Zuſammenſetzung bald erkennen zu laſſen. Nach Vauquelin's damaligen Unterſuchungen beſtehen z. B.: Analyſen von Vauquelin.

	Kohlenſ. Kali.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Schwefelſ. Strontian.	Salzſ. Strontian.
Baſis . .	67 (68,1)	46 (47,0)	54 (56,4)	60,7 (65,5)
Säure . .	33 (31,9)	47 (44,0)	46 (43,6)	39,3 (34,5)
Waſſer . .	—	7 (9,0)	—	—

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelſilber.	Schwefelblei.	Auripigment.
Metall . .	78,7 (79,7)	87,3 (87,1)	86,23 (86,5)	57 (60,9)
Schwefel .	21,3 (20,3)	12,7 (12,9)	13,77 (13,5)	43 (39,1).

Prouſt's Geſchicklichkeit im Analyſiren war es endlich, die für alle chemiſchen Verbindungen conſtante Zuſammenſetzung als ihren weſentlichſten Charakter darthat, und welche zeigte, daß ſich dieſelben Beſtandtheile nur in ſprungweiſe ändernden, nicht nach allmälig in einander übergehenden Verhältniſſen verbinden. Seine Analyſen umfaßten viele künſtlich chemiſche Verbindungen, namentlich Oxyde und Schwefelungsſtufen, und gaben ihre Zuſammenſetzung ſehr richtig an; er fand z. B.: Analyſen von Prouſt.

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelantimon.	Schwefelblei.	Anderthalb Schwefeleiſen.
Metall . .	78 (79,7)	75,1 (72,8)	86 (86,5)	52,64 (52,9)
Schwefel .	22 (20,3)	24,9 (27,2)	14 (13,5)	47,36 (47,1).

	Zinnoxydul.	Zinnoxyd.	Bleioxyd.	Kupferoxydul.	Kupferoxyd.
Metall .	87 (83,1)	78,1—78,4 (78,6)	91 (92,8)	85,5—86,2 (88,8)	80 (79,8)
Sauerſtoff	13 (16,9)	21,9—21,6 (21,4)	9 (7,2)	14,5—13,8 (11,2)	20 (20,2).

	Calomel.	Sublimat.
Oxyd . .	86,94 (88,5)	80,43 (79,9)
Salzſäure .	13,06 (11,5)	19,57 (20,1)

	Einfachessigſ. Kupfer.
Oxyd . .	39 (39,8)
Säure u. Waſſer	61 (60,2).

Auf Prouſt's Bemühungen folgte Dalton's Aufſtellung der atomiſtiſchen Theorie; mit ihrer Anerkennung, mit der Geltendmachung der

stöchiometrischen Gesetze durch Berzelius nimmt die quantitative Analyse eine andere Gestalt an, ihre gegenwärtige. Während zuerst sich viele Chemiker sträubten, diese Gesetze als eine Controle für die Analysen anzusehen, glaubte man später, jede Analyse nach derselben berechnen zu können. So wurde 1821 die Ansicht aufgestellt, daß jedes Mineralwasser als Ganzes nach stöchiometrischen Formeln zusammengesetzt sei. Die analytische Chemie nach der Zeit, wo die chemische Proportionslehre bearbeitet wurde, ist hier in ihren quantitativen Resultaten nicht weiter zu verfolgen; die Atomgewichtstafeln, welche in der Geschichte der Stöchiometrie enthalten sind, gestatten über ihre Fortschritte im Allgemeinen so viel Uebersicht, als der Plan dieses Buches geben kann.

Geschichte der mineralogischen Chemie.

Einleitung.

Unter die wichtigsten Erweiterungen, deren sich je die Chemie zu erfreuen hatte, gehört die, daß man die Mineralien aus dem chemischen Gesichtspunkte betrachtete, daß man für diese Naturkörper nachwies, auch ihre Zusammensetzung folge den allgemeinen Gesetzen, die überhaupt bei chemischen Verbindungen stattfinden, daß man so den Kreis der chemischen Verbindungen, deren Eigenthümlichkeiten man vergleichen kann, welcher sonst hauptsächlich auf künstlich darzustellende Substanzen beschränkt schien, durch Zuziehung der in der Natur als Individuen fertig gebildet vorkommenden Körper erweiterte.

Sofern wir hier überhaupt davon sprechen, wie sich das Gebiet der Chemie in einzelnen Richtungen nach und nach erweiterte, scheint es angemessen, die Geschichte der Mineralogie in ihrem Zusammenhange mit der Chemie ausführlicher zu verfolgen, und wir haben hier zugleich Gelegenheit, die Entwicklung eines für die Chemie im höchsten Grade wichtig gewordenen Studiums kennen zu lernen, der Krystallographie nämlich, welche ursprünglich der Mineralogie zum Nutzen gepflegt, später auch für die gesammte Chemie von Interesse geworden ist, und für viele einzelne Lehren derselben die hauptsächlichsten Anhaltspunkte geboten hat.

Dieser Ueberblick der Entwicklung der mineralogischen Chemie kann auf keine Vollständigkeit Anspruch machen, was die Geschichte der Krystallographie und der Mineralogie als eigenthümlicher Wissenschaften betrifft. Beide Fächer der Naturforschung betrachten wir hier nur insofern, als ihre Ausbildung zur Erweiterung des Gebiets der Chemie beitrug; wir betrachten von ihnen nur die hauptsächlichsten Ereignisse, nur das Ineinandergreifen jener Wissenschaften mit der Chemie. Vieler Umstände, vieler Namen, welche in einer speciellen Geschichte der Mineralogie oder der Krystallographie besprochen werden müßten, kann somit hier keine Erwähnung geschehen.

Einleitung.

Die beiden hauptsächlichsten Richtungen in der Mineralogie — die naturhistorische Auffassungsweise, welche die äußeren Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise beachtet und die sich in der Krystallographie besonders ausbildete, und die chemische Auffassungsweise, die sich die Kenntniß der Zusammensetzung zur Aufgabe setzt — entwickelten sich nicht eine ganz nach der andern, auch nicht gleichmäßig, sondern abwechselnd schien bald die eine, bald die andere Auffassungsart vorzuwalten. Die krystallographische Auffassung hat der Zeit nach länger die Mineralogie geleitet, wenn wir den Zeitraum hauptsächlich berücksichtigen, wo die Untersuchung der Mineralien wissenschaftlich betrieben wurde; allein die Krystallographie nahm in ihrer Entwicklung auch nur die Mineralien zum Gegenstande ihres Studiums (das Wenige, was aus früherer Zeit über die krystallographischen Eigenschaften künstlicher chemischer Verbindungen beobachtet wurde, werden wir weiter unten angeben, wo wir die Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften bei chemischen Verbindungen besonders besprechen). Die Chemie hat in verhältnißmäßig kurzer Zeit einen entschiedenen Einfluß auf die Mineralogie geltend gemacht, aber es war dies auch für die Chemie nur eine Anwendung von bereits gewonnenen Kenntnissen, zu deren vorgängiger Erlangung sie vieler Jahrhunderte bedurft hatte.

Uebersicht der zu betrachtenden Systeme.

Die verschiedenen Systeme, deren hier zu erwähnen ist, lassen sich wohl am besten in der Reihenfolge übersehen, daß wir die krystallographische und die chemische Richtung nicht abgesondert, sondern in ihrer Wechselwirkung zusammen betrachten. Wenig Aufmerksamkeit nur verdienen hier die Classificationsversuche, welche bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts aufgestellt wurden. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wird die Krystallgestalt von Linné als hauptsächlichster Anhaltspunkt zur Errichtung eines Systems der Mineralien benutzt; wir haben die Entwicklung der Kenntnisse über die Krystallformen zu verfolgen, und besonders Delisle's und Hauy's Einfluß hierauf zu besprechen. Auf die genaue Kenntniß der Krystallgestalt gestützt, aber auch zugleich die chemische Zusammensetzung berücksichtigend, führte Hauy seine Classification der Mineralien durch. Zur Würdigung des Hauy'schen Systems ist es nöthig, die Fortschritte, welche die Chemie in Bezug auf die Mineralogie bis dahin gemacht hatte, genauer zu betrachten; wir haben Cronstedt's und Bergman's Mineralsysteme kennen zu lernen; an die mineralogisch-chemischen Arbeiten dieser Gelehrten schließen

sich die von Klaproth und Vauquelin an, und was die Analysen der Letzteren über die Zusammensetzung der Mineralien ergeben, wird vorzüglich, zugleich mit den krystallographischen Merkmalen der Fossilien, von Hauy bei der Aufstellung seines Systems berücksichtigt. Neben Hauy's System ist das von Werner gleichzeitig aufgestellte zu betrachten. Später treten sich die naturhistorische und die chemische Richtung schroffer gegenüber; Berzelius gründet sein mineralogisches System ausschließlich auf die chemische Zusammensetzung, Mohs das seinige ausschließlich auf die äußeren Kennzeichen der Mineralien. Eine Vermittlung beider Systeme in vielen einzelnen Fällen ging aus Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus hervor, durch welche eine Aehnlichkeit in den äußeren Eigenschaften als Folge ähnlicher chemischer Zusammensetzung nachgewiesen wurde; ein System aufzustellen, in welchem die Mineralien gleichzeitig nach der Analogie ihrer äußeren Eigenschaften und ihrer chemischen Zusammensetzung geordnet seien, versuchten dann später Beudant, L. Gmelin, Naumann u. A.

Uebersicht der zu betrachtenden Systeme.

In den Schriften der Alten finden wir nichts, was uns zu der Ansicht berechtigen könnte, daß sie überhaupt die Gebilde des Mineralreichs in einer umfassenderen Eintheilung zu übersehen gesucht hätten. Als den ersten Versuch einer wenn auch nicht weiter durchgeführten Eintheilung der Mineralien müssen wir den des Avicenna ansehen, der zuerst Steine, Metalle, schweflige Substanzen und Salze unterschied; eine Eintheilung, die gewissermaßen den naturhistorischen mit dem chemischen Charakter vereinigt, da sie sich auf die hervorstechendsten physikalischen Eigenschaften stützt, welche von chemischer Verschiedenheit begleitet und bedingt sind. Deßhalb sehen wir auch eine Eintheilung, wie die Avicenna's, öfters wiederholt, und namentlich werden wir noch durch Werner's allgemeine Classification, die ich bald anführen werde, daran erinnert.

Avicenna's Eintheilung der Mineralien.

Insofern für einen bestimmten Kreis von Mineralien, wie er für einen einzelnen Beobachter in früherer Zeit durch seinen Aufenthaltsort einigermaßen begrenzt war, eine vollkommenere Einsicht in die äußeren Charaktere leichter zu erlangen ist als in ihre chemischen Eigenschaften, kann es uns nicht wundern, wenn wir einen der besten Chemiker des 16. Jahrhunderts, Agricola, bei seiner Eintheilung der Mineralien die äußeren Unterscheidungszeichen vorzugsweise berücksichtigen, den chemischen hingegen nur wenig Aufmerksamkeit schenken sehen. In seinen zehn Büchern de natura fossilium,

Agricola's Unterscheidung der Mineralien.

wo zuerst er eine genauere Beschreibung aller Mineralien versuchte, hat besonders er die Methode der äußeren Kennzeichen in einer Vollkommenheit zur Unterscheidung und Classification in Anwendung gebracht, die für seine Zeit höchst anerkennenswerth ist; und hat er auch speciell die beiden Gesichtspunkte, die uns hier hauptsächlich beschäftigen, den chemischen und den krystallographischen, wenig gefördert, so hat er doch allen späteren Bearbeitern der Mineralogie wesentlich vorgearbeitet.

Becher's Eintheilung der Mineralien.

Der Erste, welcher die chemischen Kennzeichen der Mineralien vorzugsweise hervorzuheben trachtete, war Becher in seiner 1669 erschienenen Physica subterranea. Sein Standpunkt indeß, den ich in dem I. Theile, Seite 178 f., hervorgehoben habe, konnte ihn noch nicht befähigen, wirklich auf chemische Principien gestützt eine Classification durchzuführen. Seine Ansichten darüber sind undeutlich ausgedrückt. Er theilt die Mineralien in mixta simplicia, mixta composita und mixta decomposita. Mixta simplicia sind z. B. Elementarerde und Wasser, als composita bezeichnet er die Steine, Erden und Metalle. Die decomposita können nach ihm sein sicca (wie Asphalt und Schwefel), liquida (Bergöl), metallica (dahin rechnet er Zinnober, Arsenik, Realgar) oder salina (wie die Vitriole) u. s. w. Diese Ansichten geben weder Anhaltspunkte für ein bestimmtes System aller Mineralien, noch für die Erkennung eines einzelnen, und so blieben die äußeren Kennzeichen für die, welche sich mit der Mineralogie eigentlich beschäftigten, zu jener Zeit und noch lange nachher die eigentliche Grundlage.

Entwicklung der krystallographischen Mineralogie.

Es wurden diese äußeren Kennzeichen, und unter ihnen hauptsächlich die krystallographischen, zur Grundlage des Systems, welches der berühmte Classificator des ganzen Bereiches der Naturgeschichte, Linné, aufstellte. Um die Entwicklung der Krystallographie hier anzuknüpfen, müssen wir indeß weiter zurückgehen, und die ersten Anfänge dieser Wissenschaft betrachten.

Schon den Alten war das Vorkommen einzelner Mineralien in bestimmten Formen, die häufig dieselben oder einander ähnlich sind, bekannt; und diese Eigenthümlichkeit diente schon dem Plinius im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung in einigen Fällen als Anhaltspunkt zur Beschreibung. Vom Diamant unterscheidet er z. B. sechs Arten und giebt die Beschreibung des einen: Indici, non in auro nascentis, sed quadam crystalli cognatione; siquidem et colore translucido non differt, et laterum

sexangulo laevore turbinatus in mucronem, aut duabus contrariis partibus, quo magis miremur, ut si duo turbines latissimis suis partibus jungantur. Und von dem Bergkryſtall ſagt er: Quare sexangulis nascatur lateribus (crystallus), non facile ratio inveniri potest, eo magis quod neque mucronibus eadem species est, et ita absolutus est laterum laevor, ut nulla id arte possit aequari. An dem Bergkryſtall machten die Alten zuerſt die Beobachtung einer von Natur regelmäßigen Geſtalt, und von ihm trug ſich die Bezeichnung Kryſtall auf alle ſolche Körper über. Dem Bergkryſtall ſelbſt war von den Griechen der Name gegeben mit Rückſicht darauf, daß ſie ihn, wie Eis, durch heftige Kälte entſtanden wähnten (κρύσταλλος, Eis). In der letzten der eben mitgetheilten Stellen liegt zugleich ſchon die Wahrnehmung eines Umſtandes, der lange diejenigen verwirrt machte, welche ſich mit der Betrachtung der Kryſtalle abgaben, nämlich die Verſchiedenheit in der Geſtalt von Exemplaren, die offenbar einer und derſelben Subſtanz angehören. Welches Hinderniß dieſer Umſtand in den Weg legte, und zu welchen Irrthümern er Veranlaſſung gab, erſieht man nach langem Zwiſchenraume, in dem die Kryſtallkunde wenig oder gar keine Fortſchritte gemacht hatte, aus den Anſichten Geſſner's [1]), der 1564 in ſeinem Werke »de rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxime figuris« die Anſicht ausſprach, die verſchiedenen Kryſtalle derſelben Subſtanz ſeien nicht allein durch die verſchiedene Größe der Flächen, ſondern auch durch die der Winkel, folglich in der ganzen Figur verſchieden. Es war dies die Meinung, welche bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts bei vielen Mineralogen die herrſchende blieb, obwohl ſchon 1669 der berühmte Anatom Nicolaus Steno (geboren 1638 zu Kopenhagen, geſtorben 1687 zu Schwerin) die Conſtanz der Winkel bei dem Bergkryſtall, und 1707 der Italiener Gulielmini daſſelbe als ein für alle Kryſtalle gültiges Princip ausgeſprochen hatte. Doch wurde dieſer Satz erſt beſtimmter bewieſen und allgemein angenommen, als die Kryſtallographie dadurch genauer ſtudirt wurde, daß ſie als ein hauptſächliches Hülfsmittel der Mineralogie zutrat.

[1]) Conrad Geſſner, als Polyhiſtor bekannt, war 1516 zu Zürich geboren. Nachdem er ſeine Studien in ſeiner Vaterſtadt, Straßburg und Paris gemacht hatte, wurde ihm in Zürich ein unbedeutendes Schulamt übertragen. Unzufrieden hiermit, ſtudirte er Medicin zu Baſel, blieb indeß auch nicht in dieſer Richtung, ſondern nahm eine Profeſſur der griechiſchen Sprache zu Lauſanne an, die er ſpäter gegen eine Profeſſur der Philoſophie in Zürich vertauſchte, wo er zugleich als praktiſcher Arzt ſich beſchäftigte. Er ſtarb 1565.

Linné's System der Mineralien.

Von Linné finden wir zuerst in seinem Systema naturae (1768) die krystallinische Form als das wichtigste Kennzeichen der Mineralien hervorgehoben, aber unbekannt mit der Zurückführung der Krystallgestalten auf einander, mit der scharfen geometrischen Bestimmung jeder vorkommenden Form, stellte er alle Mineralien zusammen, die eine nur irgend annähernde Aehnlichkeit in der Krystallgestalt zeigen, unbekümmert, ob sie sonst auch nur irgend etwas anderes Gemeinsames in ihren Eigenschaften besäßen. So stellte er die verschiedenartigsten Stoffe, Diamant und Alaun z. B., zusammen, weil ihnen die oktaedrische Gestalt gemeinsam ist, und führte überhaupt die Errichtung eines künstlichen Systems, welches in der Botanik mit Beifall aufgenommen worden war, in der Mineralogie mit einer Consequenz durch, die, nur Einem Leitfaden folgend, die systematische Uebersicht über alle anderen Kennzeichen der Mineralien vernichtete.

So konnte es nicht fehlen, daß andere Naturhistoriker, in den entgegengesetzten Fehler fallend, die krystallographischen Kennzeichen als die allerunwesentlichsten betrachteten, wie dies namentlich Buffon in seiner Histoire naturelle des minéraux 1783 aussprach und die Classificirung ohne weitere Rücksicht auf dies Merkmal durchzuführen suchte. Aber die Krystallgestalt konnte auch dann erst mit Nutzen zur Distinction gebraucht werden, als man die verschiedenartigsten Formen eines und desselben Minerals auf eine einzige zurückführen, aus einer einzigen ableiten lernte.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Ohne uns hier bei den Mineralogen aufhalten zu wollen, die für einzelne leichtere Fälle die Zurückführung verschiedener Gestalten eines Minerals auf eine einfachere Gestalt versuchten (wie denn z. B. Werner schon 1774 die Abstumpfung, Zuschärfung und Zuspitzung der Kanten und Ecken als die Ursachen aussprach, welche die Krystallgestalt desselben Körpers verändern können), gehen wir gleich zu den Männern über, welche vorzüglich die Krystallographie aus einem allgemeineren Gesichtspunkte betrachteten und auf wissenschaftlich bestimmte Principien zurückzuführen wußten.

Bergman.

Die erste Entdeckung, daß sich aus allen Formen einer krystallisirten Substanz eine einzige, die Grundgestalt, durch Spalten erhalten lasse, scheint Gahn und Bergman anzugehören. Gahn bemerkte, daß Kalkspathkrystalle, die eine von der rhomboedrischen sehr verschiedene Gestalt haben, sich auf diese durch Spaltung zurückführen lassen; er theilte dieses Factum an Bergman mit, welcher in einer 1773 publicirten Abhandlung (variae crystallorum formae a Spatho ortae) die Herleitung einer Grundgestalt aus verwickelteren

Combinationen durch mechanische Theilung nachzuweisen und zugleich zu zeigen suchte, auf welche Art aus der Grundgestalt eine Combination, durch Juxtaposition mehrerer Rhomben z. B. eine sechsseitige Säule, entstehen kann. Bergman übrigens führte diese Ansicht zu wenig allgemein durch, als daß man ihm die Begründung der Krystallographie beilegen könnte, wie sie später Hauy, auf dasselbe Factum gestützt, nachwies. Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten.

Zu gleicher Zeit mit Bergman bemühete sich ein anderer Gelehrter, die Regelmäßigkeiten in der Krystallform aufzufinden. De l'Isle[1]), der seit 1772 als Schriftsteller über diesen Gegenstand aufgetreten war, suchte besonders in seiner 1783 veröffentlichten Crystallographie zu beweisen, daß die Winkel jedes Krystalls von unveränderlicher Größe sind, welches auch die Veränderung in der Form sein mag, welche durch die verschieden große Ausbildung der einzelnen Seitenflächen hervorgebracht wird; er bemerkte dabei, daß sich diese Unveränderlichkeit der Winkel nur auf die primitive Gestalt des Krystalls beziehe, von welcher sich aber die secundären Formen durch mannichfaltige Umgestaltungen ableiten lassen. De l'Isle bemühete sich, diese Idee in der Untersuchung einzelner Mineralien durchzuführen; als der Erste versuchte er für verschiedene Mineralien sogar die Größe der Winkel zu bestimmen. Doch wurden seine verdienstvollen Bemühungen wenig anerkannt, theils weil in jener Zeit, wo er arbeitete, die Gelehrten im Allgemeinen nicht zu solchen Untersuchungen hinneigten, theils weil später, als Hauy den krystallographischen Studien mehr Beachtung erwirkte, die Leistungen des Letzteren die seines Vorgängers verdunkelten und das Studium seiner Werke überflüssig machten. Romé de l'Isle.

[1]) Jean Baptiste Louis Romé de l'Isle war geboren zu Grai 1736. Seine erste Ausbildung erhielt er zu Paris; hier schloß er sich einer Expedition nach Ostindien an, wo er bei der Einnahme von Pondichery durch die Engländer gefangen genommen wurde. Als Gefangener kam er nach einander nach Tranquebar, St. Thomas und China; auf diesen Reisen bildete sich sein Sinn für Naturforschung aus. Nach Paris 1764 zurückgekehrt, studirte er Mineralogie unter Sage, der ihm in jeder Beziehung Unterstützung angedeihen ließ. Von Geldmitteln entblößt, fand de l'Isle Aufnahme bei einem reichen Liebhaber der Wissenschaften, d'Ennery. Durch seine Arbeiten inzwischen bekannter geworden, bewarb er sich 1780 um eine Stelle in der Akademie, die er indeß nicht erhielt. 1785 wurde ihm eine Pension von 500 Livres zu Theil, aber bald darauf verlor er seinen Wohlthäter d'Ennery durch den Tod. Zu diesem Unglücke gesellte sich später noch Härteres; er verlor fast ganz sein Gesicht. Ludwig XVI., von seiner traurigen Lage unterrichtet, erhöhete seine Pension. De l'Isle starb 1790.

Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten. Hauy.

Hauy [1]), dessen Einfluß auf die Wissenschaft von 1782 an datirt, hat die Entstehung der verschiedenen Formen eines Körpers und ihre Zurückführung auf Eine Grundgestalt zu einem der wichtigsten Principien in der Mineralogie erhoben. Kein Anderer hat aber auch diese Idee mit so viel Eigenthümlichkeit aufgefaßt, kein Anderer sie mit so viel Ausdauer durchgeführt und mit so viel Erfolg angewandt. Seine Annahme der molécules intégrantes, aus welchen die Körper bestehen sollen und denen er die Primitivform zuschreibt, in Verbindung mit seiner Lehre über die Gesetzmäßigkeiten, nach welchen sich die Größe der Schichten dieser Molecüle ändert, gab zuerst eine deutliche Vorstellung über die Entstehung der verschiedenen secundären Formen. Die Beständigkeit der Winkel an der Gestalt, die sich bei der mechanischen Zertheilung der verschiedensten Formen eines Körpers findet, ließ ihn die Größe dieser Winkel als einen der wichtigsten Charaktere eines Minerals unterscheiden, und ihm überhaupt die Krystallform als das wichtigste Princip bei der Bestimmung der Mineralien erscheinen. Indem jedoch Hauy diese Eigenschaft nicht als die einzig zu beachtende ansah, sondern im Gegentheil der Ansicht war, daß jede wesentliche Verschiedenheit in der Krystallgestalt eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung anzeigt, leistete er der mineralogischen Chemie ausgezeichnete Dienste, durch scharfe Bestimmung der eigenthümlichen Mineralien und durch Aufmunterung, die Eigenthümlichkeit derselben auch durch die chemische Analyse zu bestätigen.

[1]) René Just Hauy war 1743 zu Saint-Just im Departement der Oise geboren, wo sein Vater als armer Leinweber lebte. In einem Kloster erzogen, kam er später nach Paris, wo er sich längere Zeit durch Singen als Chorknabe selbst erhalten mußte. Neben seinen geistlichen Studien beschäftigte er sich schon früh mit Naturwissenschaften, anfangs hauptsächlich mit Botanik, später erst mit Mineralogie. Nach seinen Entdeckungen über die Zurückführung der Krystallformen auf Grundgestalten wurde er 1783 Mitglied der Akademie. Während der Revolution war er einige Zeit hindurch gefangen, weil er den den Priestern abgeforderten Eid nicht leisten wollte. Unter Napoleon wurde er vielfach ausgezeichnet und 1802 zum Professor der Mineralogie an dem Musée d'histoire naturelle ernannt. Unter der Restauration verlor er seine Stelle und zuletzt sogar seine Pension. Er zog sich in seine Vaterstadt zurück, wo er 1822 starb. Seine ersten Schriften sind in dem Journal de physique, von 1782 an, enthalten; später schrieb er seinen Essai d'une théorie sur la structure des cristaux (1784), seinen Traité de minéralogie (welcher zuerst von 1801 an in 5 Bänden publicirt wurde), sein Tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique (1809) und seinen Traité de cristallographie (1822) u. a.; auch verfaßte er einen Traité de physique (1804).

Cronstedt's System der Mineralien.

Wir haben im Anfange dieses Abschnitts gesehen, wie unzulänglich die ersten Versuche waren, eine Unterscheidung der Mineralien auf ihre chemische Verschiedenheit zu basiren. Mit besserem Erfolge bemühete sich Cronstedt 1758, eine solche Classification durchzuführen. Er theilte die Mineralien in vier große Klasen: Erdarten, Salze, Harze und Metalle; die Erdarten, zu welchen er auch die Steine rechnete, welche früher als eine eigene Klasse unterschieden worden waren, theilte er weiter ein je nach der verschiedenen Erdart, die sich in ihnen findet, in kalkhaltige, thonhaltige, kieselerdehaltige u. s. w. Mineralien. Für diese Geschlechter von Erdarten bildete er die Unterabtheilungen, je nach der Säure oder dem anderen Bestandtheile überhaupt, der darin mit einer Erde verbunden ist. Allein die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung war damals noch zu unvollkommen, als daß ein solches System sich mit Schärfe hätte durchführen lassen. Auch dienten die chemischen Eigenschaften damals noch nie zur Bestimmung eines Minerals, sondern nur dazu, bereits bekannten Mineralien ihre Stelle in dem Systeme anweisen zu lassen.

Bald nach Cronstedt bemühete man sich um genauere Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Mineralien, und hauptsächlich war es Bergman, dessen Verdienste um die analytische Chemie wir bereits besprochen haben, der hierfür thätig war.

Entwicklung der chemischen Mineralogie.

Der einzige, der vor ihm, gleichzeitig sich mit Chemie und Mineralogie beschäftigend, für die Kenntniß der chemischen Zusammensetzung Hinlängliches gethan hatte, um hier Erwähnung zu verdienen, war der französische Chemiker Sage [1]), welcher von 1769 an eine Menge Mineralien untersuchte, aber immer nur in Hinsicht auf die qualitative Zusammensetzung und auch diese nur mit großer Unvollkommenheit. In solcher Art waren auch die vielen Analysen Anderer geführt, die in diese Zeit fallen, und deren Besprechung hier füglich übergangen werden kann. Erst Bergman begründete den chemischen Theil der Mineralogie auf eine Weise, die geeignet war, die Vortheile einer solchen Untersuchungsart in klares Licht zu setzen. Vorzüglich für die Analyse der Mineralien war er thätig durch seine Abhandlungen »de docimasia minerarum humida« (1780),

[1]) Georg Balthasar Sage war geboren 1740. Viele Analysen von ihm finden sich in den Memoiren der Pariser Akademie, deren Mitglied er vor der französischen Revolution war; außerdem in seinem Examen chymique de différentes substances minérales (1769). Er starb 1824.

Entwicklung der chemischen Mineralogie.

»de terra gemmarum« (1780) und ähnliche Monographien, und »de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus« (1779). Zugleich vervollkommnete er die quantitative Analyse, wandte sie auf die Mineralien an, zeigte an einzelnen Untersuchungen, z. B. in einer ausgedehnteren über die vulcanischen Producte (1777), von welchem Nutzen die Chemie der Mineralogie als Hülfswissenschaft sein kann, und versuchte in seiner Sciagraphia regni mineralis secundum principia proxima digesti (1782) eine Classification der Mineralien nach rein chemischen Principien durchzuführen.

Bergman's System der Mineralien.

Bergman verwirft hier die Classification der Mineralien nach ihren äußeren Eigenschaften. Generalis contemplatio minime fida pollicetur criteria, ab externa facie desumta. Die Härte und Farbe seien sehr schwankend bei denselben Körpern, die Krystallgestalt zu wechselnd. Nur zur Bestimmung der Varietäten könne man solche Eigenschaften als Anhaltspunkt brauchen, nicht zur Errichtung eines Systems. E compositione et interna indole classes, genera et species determinentur, varietates autem ab externa facie. Seine Eintheilung ist für die Klassen die Avicenna's; es giebt nach ihm vier Klassen von Mineralien, Sales, Terrae (Erdarten und Steine), Bitumina (brennbare Mineralien), Metalla. — Als Genera der Salze führt er an sales neutrales (alkalische Mittelsalze), sales terrestres, sales metallicos. — Die Genera der Erden bilden die Verbindungen der Schwererde, des Kalks, der Magnesia, der Thonerde und Kieselerde; die Species werden für die ersteren gebildet durch Verbindung mit den verschiedenen Säuren, für die Kieselerde durch Verbindung mit den anderen Erden. — Unter die Bitumina werden gerechnet: der Schwefel, das Bergöl, der Diamant. — Dann folgen die einzelnen Metalle.

Bergman war der einzige mineralogische Chemiker, dessen Arbeiten wirklich über die Constitution der Mineralien schon vor Hauy's Zeit Licht verbreiteten. Diejenigen Scheidekünstler, welche in seinem Geiste weiter gingen, und die chemischen Verhältnisse der Mineralien noch umfassender und genauer erkennen lehrten, Klaproth und Vauquelin, waren für die chemischen Untersuchungen zu derselben Zeit thätig, wo Hauy die krystallographischen Verhältnisse zu erforschen suchte; des Letzteren Entdeckungen wurden sogar zum Theil von Hauy selbst herbeigeführt. Klaproth, der in dem Zeitraume von 1780 bis 1815 mehrere hundert verschiedene Mineralien mit einer Genauigkeit, welche die neuere Wissenschaft nur in verhältnißmä-

ßig wenigen Fällen zu vervollkommnen gewußt hat, untersuchte, stand in dieser Beziehung, und was die Auswahl wichtiger Substanzen angeht, selbstständiger da als Vauquelin, der in Hauy eine Stütze für die Wahl der für die Wissenschaft interessanten und Vortheil versprechenden Mineralien hatte.

Hauy's Systems der Mineralien.

Hauy selbst beförderte die chemische Untersuchung der Mineralkörper, weil er seine auf krystallographische Betrachtungen gegründeten Distinctionen von der chemischen Untersuchung bestätigt sehen wollte, seinem Princip gemäß, daß bei krystallisirten Körpern jede Verschiedenheit der Grundform eine Verschiedenheit in der Zusammensetzung anzeigt. Wirklich trennte auf diese Art Hauy mit Glück Mineralien als wesentlich verschiedene, die man vorher für identische gehalten hatte, und sagte so das Resultat voraus, was nachher die chemische Zerlegung ergab, nämlich Verschiedenheit der Zusammensetzung. So unterschied z. B. Hauy von dem Schwerspath ein ihm ähnliches Mineral, was auch in chemischer Beziehung dem Anscheine nach damit identisch zu sein schien, aus dem Grunde, weil er constant die Winkel der Grundgestalt um einige Grade verschieden fand, und Vauquelin zeigte, daß die abweichenden Krystalle nicht Baryt, sondern Strontianerde enthalten. So trennte er den Dioptas von dem Smaragd, den Epidot von dem Strahlstein, das Würfelerz vom arsenikſauren Kupfer, den Nephelin vom Schörl und Feldspath, so vereinigte er im Gegentheil den Hiacinth und Zirkon, den Beryll und Smaragd, und die chemische Analyse ergab später für die erstern verschiedene, für die letztern gleiche Zusammensetzung.

Die vorhergehende Auseinandersetzung der Ansichten Hauy's läßt bereits die scharfsinnige Begründung des Classificationssystems dieses Mineralogen einsehen. Als unterscheidenden Charakter stellte Hauy die Krystallform voran; ihre Anzeigen fand er in der chemischen Untersuchung bestätigt; die chemische Zusammensetzung läßt sich leicht unter allgemeinere und systematische Uebersicht bringen, und deßhalb wählte Hauy zur Classification der Mineralien eine Ordnung, welche auf die chemische Zusammensetzung basirt ist, wie denn auch in seiner Nomenclatur die Mineralien von einfacherer Zusammensetzung nur durch Angabe ihrer Bestandtheile, nur als chemische Verbindungen bezeichnet sind. Wenn aber auch bei Hauy die Zusammensetzung im Allgemeinen als Argument der Classification genommen sind, so wird doch den äußeren Eigenschaften, namentlich was die Reihenfolge der Unterabtheilungen in dem Systeme angeht, ein gebührender Einfluß gewahrt.

Werner's System der Mineralien.

Wir haben hier die Grundlagen von Hauy's System ausführlicher betrachten müssen, weil die hohe Autorität, in welcher es von seiner Aufstellung an stand, von dem wesentlichsten Einfluß auf die Annahme einer so wichtigen Erweiterung der Chemie, ihrer Anwendung auf die Mineralogie, war. Aus derselben Ursache ist hier ein anderes mineralogisches System hervorzuheben, das von Werner [1]), was der Zeit nach noch vor dem Hauy's aufgestellt wurde, was aber in unserer Betrachtung der verschiedenen Mineralsysteme auch hier noch passend seinen Platz findet. Hauy's classificatorische Principien waren im Zusammenhange mit der Entwicklung der Krystallographie, an der er so großen Antheil genommen, und der mineralogischen Chemie zu erörtern. Werner's Unterscheidung der Mineralien, wie er sie schon 1774 aussprach, war gleichfalls auf diese beiden Grundlagen basirt, aber er hob keine mit der Bestimmtheit hervor, wie dies Hauy gethan hatte; beide waren aber wesentliche Bedingungen des Unterscheidungszeichens, welches Werner als das hauptsächlichste ansah, des allgemeinen Aussehens, des Habitus der Mineralien. Dahin gehörte also vorzüglich neben der Krystallgestalt die Farbe, der Glanz, dann die Härte und das specifische Gewicht. Werner's allgemeine Eintheilung der Fossilien in vier große Klassen, erdige, salzige, brennbare und metallische, entspricht einer chemischen Anordnung, ohne daß er sich jedoch, was die Einschaltung der einzelnen Mineralien in das System betrifft, ganz einem bestimmten chemischen Princip gefügt hätte.

Werner's System war in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts und im Anfange des jetzigen in Deutschland das herrschende, und auch in den anderen Ländern von vielen Mineralogen anerkannt. Wir finden in ihm bei vorzüglicher Berücksichtigung der äußeren Kennzeichen doch

[1]) Abraham Gottlob Werner war geboren 1750 zu Wehnau in der Oberlausitz, wo sein Vater Bergbeamter war. Er bezog 1769 die Bergakademie zu Freiberg und 1771 die Universität zu Leipzig. An der ersteren wurde er 1775 Professor der Mineralogie, in welcher Stellung er bis zu seinem Tode 1817 verblieb. Werner unterschied zuerst die Oryktognosie von der Geognosie; die letztere Wissenschaft stellte er zuerst als eine empirische dar, während man vor ihm nur die Geologie, als eine Theorie der Entstehung der Erde überhaupt, gekannt hatte. — Hinsichtlich seines Mineralsystems hat Werner nur wenig selbst publicirt (seine Schrift: »über die äußeren Kennzeichen der Fossilien« erschien 1774); hauptsächlich wurde es verbreitet durch seinen mündlichen Unterricht, zu welchem sich Zuhörer aus allen Ländern Europa's zusammendrängten, und durch Werke seiner Schüler. Nach seinem Tode wurde aus den hinterlassenen Schriften »Werner's letztes Mineralsystem« von seinen Schülern Breithaupt und Köhler herausgegeben.

auch, wenn auch untergeordnete, des chemischen Charakters; es ist hiermit Werner's System eben sowohl ein gemischtes zu nennen, als alle früheren (mit Ausnahme des Linné'schen) und das von Hauy, in welchem wir, neben chemischer Grundlage, doch eine strenge Berücksichtigung der äußeren Eigenschaften, und ganz vorzüglich der Krystallform, sehen. Bald jedoch wurde versucht, entweder das eine oder das andere dieser Principien allein zum Leitfaden der Classification zu gebrauchen, und nach dieser vorgängigen Besprechung der gemischten Systeme können wir zu der Entwicklung der rein chemischen übergehen, welche durch die ersteren vorbereitet waren, mit Berücksichtigung der entgegengesetzten Systeme, weil sie für das Schicksal der rein chemischen viele Wichtigkeit hatten.

Aufstellung rein chemischer Systeme. Berzelius' erstes Mineralsystem.

Den ersten Versuch, ein System der Mineralogie ganz nach chemischen Principien zu errichten, die Mineralien hinsichtlich der Classification nur als chemische Verbindungen zu betrachten, machte Berzelius 1814. Es war hierin vorgearbeitet durch die zahlreichen Mineralanalysen, welche nach Klaproth und Vauquelin von vielen anderen Chemikern ausgeführt worden waren, vor allen durch Berzelius' eigene und vorzüglich genaue Zerlegungen. Hierzu kam die Entdeckung der Zusammensetzung der Alkalien und Erden, dieser wichtigen Bestandtheile der Mineralien, die Entdeckung der Lehre von den bestimmten Proportionen, die Erkenntniß des Elektrochemismus. Berzelius faßte mit seiner Ansicht, daß alle Zusammensetzung auf entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften der Körper beruhe, daß sie positiv und negativ elektrische Bestandtheile enthalten, die Entdeckung zusammen, daß die Kieselerde sich gegen die anderen Erden und Alkalien als Säure verhält; er wies nach, daß man die kieselhaltigen Mineralien als Salze, alle als wahre chemische Verbindungen betrachten kann, bei denen die eigentliche Bedingung hierfür, Zusammensetzung in stöchiometrischen Verhältnissen, stattfindet. Berzelius sah hiernach die Mineralien nur als chemische Verbindungen an, deren Zusammenstellung nach chemischen Principien durchzuführen sei, ohne daß dabei die äußeren Charaktere auf irgend eine Weise die Classification bedingen dürfen. Als Hülfsmittel hierzu diente die elektrochemische Reihe, worin jedem Elemente seine Stelle durch seine Eigenschaften, nicht durch die Willkür des Classificators, angewiesen sein soll. In dem von Berzelius 1814 vorgeschlagenen Mineralsysteme waren demnach die Mineralien nur nach ihren chemischen Eigenschaften und zwar nach ihren

Berzelius' erstes Mineralsystem.

elektropositiven Bestandtheilen geordnet, und indem er diese Bestandtheile in der Ordnung aufzählte, wie sie in der elektrochemischen Reihe stehen, schien eine vollkommen folgerechte und nirgends zweifelhafte Classification durchgeführt zu sein.

Während ein solches System den Chemikern vollkommen genügend erschien, zumal da hiernach die Oryktognosie eigentlich nur als ein Theil der Chemie anzusehen war, — hielten viele Mineralogen eine solche Eintheilung nicht für naturgemäß. Sie vermißten in dieser elektrochemischen Classification die Zusammenstellung von Körpern, die ihrem ganzen äußeren Wesen nach sehr verwandt zu sein und deßhalb zusammenzugehören scheinen, die aber in dem neuen Systeme wegen ihres Gehalts an verschiedenen elektropositiven Bestandtheilen nicht zusammengestellt werden konnten. Die Mineralogen wünschten den äußeren Kennzeichen mehr Beachtung geschenkt zu sehen, als dies hier möglich war, wo nur die Zusammensetzung, und weiter nichts, in's Auge gefaßt wurde. Sie fanden in Werner's und namentlich in Hauy's Systeme der Forderung der Chemiker, ganz heterogen zusammengesetzte Körper nicht als als mineralogisch zusammengehörende hinzustellen, Genüge gethan, und zwar ohne daß dabei die Beachtung der äußeren Eigenschaften weniger berücksichtigt worden wäre. In Deutschland wurde das Berzelius'sche System, gleich nach seiner Veröffentlichung 1814, von Hausmann für unzulässig aus dem mineralogischen Gesichtspunkt erklärt, aber hier sowohl als auch in den anderen Ländern übte doch Berzelius' Ansicht Einfluß aus, auch auf die gemischten Systeme, und Hauy selbst, wie die Vertreter des Werner'schen Systems, modificirten danach einzelne Theile ihrer Classification, ohne jedoch die ganz chemische Grundlage von Berzelius' Anordnung als naturgemäß anzuerkennen.

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Inzwischen wurde von Mitscherlich 1819 die Entdeckung des Isomorphismus gemacht, welche eben sowohl für Hauy's System, als für die Classification von Berzelius von großer Wichtigkeit wurde, insofern sie eins der hauptsächlichsten Principien des ersteren widerlegte, und eine gänzliche Umgestaltung des letzteren nöthig machte. Ich werde auf die Entdeckung des Isomorphismus noch einmal speciell zurückkommen; hier will ich indeß dasjenige von der Geschichte dieser Entdeckung beibringen, was für die mineralogische Chemie besondere Wichtigkeit hatte.

Hauy's Princip, daß ungleiche Krystallgestalt mit ungleicher chemischer Zusammensetzung streng verknüpft sei, hatte ihn zu Folgerungen über die chemische Constitution von Mineralien geführt, welche die Erfahrung

bestätigte. Hiernach glaubte Hauy es als durchaus bewiesen ansehen zu können, daß gleiche Krystallform (die nicht dem regulären System angehört) nur bei gleicher Zusammensetzung statthaben könne; daß ungleiche Zusammensetzung aber stets durch Verschiedenheit in der Krystallgestalt angedeutet sein müsse. Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Es lagen inzwischen schon frühere Beobachtungen an Mineralien vor, wo für dieselben Species, bei unveränderter Krystallgestalt, sehr verschiedene Zusammensetzung gefunden worden war. So z. B. war für das Rothgültigerz (vergl. da) von einigen Beobachtern Arsenik als wesentlicher Bestandtheil gefunden, von anderen Antimon; für den Granat war um 1790 von Klaproth und Vauquelin die Zusammensetzung sehr verschieden angegeben worden, der Eine fand darin viel Eisenoxyd und wenig Thonerde, der Andere umgekehrt. Ebenso hatte die Analyse für mehrere Mineralien von der Form des Kalkspaths, und welche Hauy diesem anreihete, sehr verschiedene Zusammensetzungen ergeben: Eisen, Mangan und Bittererde waren in sehr wechselnden Mengen darin gefunden worden. Hier schien für gleiche Krystallform ungleiche Zusammensetzung nachgewiesen zu sein; Bertholet betrachtete 1801 diese Fälle als Beweise dafür, daß die chemischen Verbindungen in unbestimmten, allmälig sich ändernden Proportionen stattfinden; Proust betrachtete sie als keine eigenthümliche Verbindungen, sondern als Mischungen mehrerer. Der Arragonit und der Kalkspath schienen gleichfalls, aber in anderer Art, ein Beweis dagegen zu sein, daß gleiche Krystallform und gleiche Zusammensetzung sich wechselseitig bedingen, ebenso der Rutil und der Anatas (doch finden die Untersuchungen hierüber besser ihren Platz bei der Geschichte des Dimorphismus); denn für diese Substanzen war bei verschiedener Krystallform vollkommen gleiche Zusammensetzung gefunden worden. Hauy betrachtete diese Fälle, welche mit seinem Princip im Widerspruch zu stehen schienen, als auf der Unvollkommenheit der chemischen Analyse beruhend, und hoffte, daß bei weiterem Vorschreiten derselben sich diese Widersprüche lösen würden; später suchte er mehrere durch die Annahme einer großen Krystallisationskraft für einzelne Substanzen (vergl. unten bei Isomorphismus) zu erklären. Aber die rechte Erklärung der Fälle der ersten Art wurde erst von Mitscherlich durch die Entdeckung des Isomorphismus gegeben.

Eine Betrachtungsweise, welche weiter ausgeführt auf die Entdeckung des Isomorphismus hätte hinführen können, äußerte Fuchs[1]) bereits 1815.

[1]) Johann Nepomuk Fuchs ist 1777 zu Mattenzell bei Bremberg in Baiern

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Ob sie gleich mit der Entdeckung des Isomorphismus, die später erst genauer zu erzählen ist, in Verbindung steht, schalte ich sie doch hier ein, weil sie zunächst in die mineralogische Chemie gehört. Bei Gelegenheit der Analyse eines von ihm Gehlenit genannten Minerals, als dessen Bestandtheile er Kieselerde, Thonerde, Kalk, Eisenoxyd und Wasser bestimmte, fand Fuchs, daß sich aus seiner Analyse gut eine chemische Formel ableiten lasse, wenn man das Eisenoxyd und den Kalk zusammenfasse, ihren gemeinschaftlichen Sauerstoffgehalt mit dem der übrigen Bestandtheile vergleiche. Er sagte hier: »Ich halte das Eisenoxyd nicht für einen wesentlichen Bestandtheil dieser Gattung, sondern bloß für einen vicariirenden Bestandtheil, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, für einen Stellvertreter von fast eben so viel Kalk, welcher bei der Abwesenheit des Eisenoxyds zur Ergänzung noch vorhanden sein müßte, um mit den anderen Bestandtheilen in das gehörige Verhältniß zu treten, und ich glaube, daß sich in der Folge Varietäten finden werden, die viel weniger oder gar kein Eisenoxyd, dagegen aber größere Quantitäten von Kalk enthalten werden. — — Aus diesem Gesichtspunkte wird man die Resultate mehrerer Analysen von Mineralkörpern betrachten müssen, wenn man sie einerseits mit der chemischen Proportionslehre in Uebereinstimmung bringen, andererseits verhindern will, daß die Gattungen nicht unnöthiger Weise zu sehr zersplittert werden, was, wenn man immer in kleinen Mischungsverschiedenheiten schon einen hinreichenden Grund zur Trennung finden wollte, am Ende so weit gehen würde, daß man bei manchen nicht mehr im Stande wäre, einen bestimmten Gattungscharakter zu fassen.« Fuchs machte sodann noch darauf aufmerksam, daß Ammoniak so gut wie Kali in die Verbindung des Alauns eingehen kann, und sagte: »das Ammonium kann hier die Stelle des Kalis ganz oder zum Theil vertreten, und umgekehrt.«

Es ist nicht zu leugnen, daß Fuchs' Ansicht im Allgemeinen die Lehre von den stellvertretenden Bestandtheilen recht klar andeutet, aber die

---

geboren. Er studirte anfangs Medicin, später ausschließlich Chemie und Mineralogie in Wien, Freiberg, Berlin und Paris. 1805 habilitirte er sich als Privatdocent für diese Wissenschaften an der Universität zu Landshut, wo er 1807 zum ordentlichen Professor ernannt wurde. 1823 trat er nach München in die Akademie der Wissenschaften ein; seine frühere Professur übernahm er wieder, als 1826 die Landshuter Universität nach München verlegt wurde; 1835 wurde er zum Oberberg- und Salinenrath ernannt.

Lehre vom Isomorphismus wurde dadurch nicht in's Leben gerufen. Um Bestandtheile als isomorph zu erkennen, gehört wesentlich die Erkennung ihrer gleichartigen atomistischen Zusammensetzung, und Fuchs nahm gerade an, ungleich constituirte Oxyde, wie Kalk und Eisenoxyd, könnten sich vertreten. Und überdies war der Nachweis an Einem Beispiele nicht genügend, für einen so wichtigen Gegenstand volle Beweiskraft zu haben. Die Lehre von den vicariirenden Bestandtheilen ging deßhalb auch nicht in die Wissenschaft über; 1824 suchte Fuchs in einer Vorlesung »über den gegenseitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie« nochmals die Aufmerksamkeit auf diese Lehre zu richten, aber zu dieser Zeit hatte bereits Mitscherlich seine weit umfassendere Entdeckung des Isomorphismus publicirt. Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

Mitscherlich zeigte 1820, daß viele Körper von analoger Atomconstitution gleiche oder ähnliche Krystallform haben, daß solche Körper, isomorphe, sich in Verbindungen ganz oder theilweise vertreten und sich in unbestimmten Proportionen mit einander verbinden können, ohne daß Aenderung der Krystallgestalt eintritt. Es war somit das Princip, welches Hauy als das hauptsächlichste zur Unterscheidung der Mineralien geltend zu machen gesucht hatte, gestürzt, und die Folgen davon zeigten sich sogleich für die Mineralogie. In dieser Wissenschaft wurden sogleich nach der Entdeckung des Isomorphismus zahlreiche Belege für die Existenz desselben gefunden, indem für mehrere Mineralspecies die Möglichkeit einer sehr wechselnden Zusammensetzung nachgewiesen wurde, ohne daß damit der Charakter der Species sich wesentlich ändert; die wechselnde Zusammensetzung beruhete nämlich auf verschiedenem Gehalt an isomorphen Bestandtheilen. In Berzelius' Laboratorium namentlich wurden in Bezug hierauf Untersuchungen angestellt, welche die Wichtigkeit der Lehre von dem Isomorphismus für die mineralogische Chemie außer allen Zweifel setzten. Gleich 1820 untersuchten hier Nordenskiöld, Graf Trolle-Wachtmeister und hauptsächlich H. Rose verschiedene Arten von Pyroxen und fanden, daß sich hierin Kalk, Bittererde, Eisenoxydul und Manganoxydul, die Mitscherlich schon als isomorphe Körper erkannt hatte, in den wechselndsten Verhältnissen vertreten können. Dasselbe fand Bonsdorff für die Mineralien, welche von Hauy als Amphibol zusammengefaßt worden waren, und bald darauf (1822) zeigte Bredberg für einzelne Granaten und 1823 Graf Trolle-Wachtmeister für eine noch größere Anzahl, daß darin sich Kalk gegen Bittererde oder Eisenoxydul oder Manganoxydul und Eisenoxyd gegen Thon-

Einfluß der Entdeckung des Isomorphismus.

erde in allen möglichen Verhältnissen austauschen kann, ohne daß der äußere Charakter des Minerals durch diesen Austausch isomorpher Bestandtheile an seiner Eigenthümlichkeit verliert; und so wurden bald noch viele einzelne Fälle bekannt, welche die Richtigkeit des Isomorphismus außer allen Zweifel setzten.

Hauy und seine Anhänger suchten anfangs das Gegründetsein der Lehre vom Isomorphismus ganz oder theilweise in Zweifel zu ziehen. Gleich im Jahre 1820 bestritt Hauy die Richtigkeit mehrerer einzelnen Beobachtungen von Mitscherlich, und suchte dadurch die Ansicht des Letzteren zu widerlegen; nach Beseitigung dieser Einwürfe nahm er seine Zuflucht zu der Möglichkeit, daß die an künstlich dargestellten Krystallen erlangten Resultate nicht anwendbar seien auf die Betrachtung der von der Natur hervorgebrachten Mineralien. Beudant bestritt gleichfalls 1820 die Richtigkeit einzelner Beobachtungen Mitscherlich's, bestätigte indeß doch die meisten derselben; sein Zeugniß war deßhalb nicht ohne Wichtigkeit, weil er zugleich erklärte, daß die an künstlichen Verbindungen gewonnenen Resultate auch auf die natürlich vorkommenden angewandt werden dürften und müßten, weil man gerade an den ersteren, die sich nach Willkür darstellen lassen, die Beobachtungen vervielfältigen kann. Beudant erkannte an, daß die Krystallform allein als Kennzeichen der Identität oder Verschiedenheit nicht mehr ausreicht, sondern daß die chemische Zusammensetzung die Bestimmung vervollständigen müsse.

Die Entdeckung des Isomorphismus war von großem Einflusse auf das rein chemische System, wie es Berzelius für das Mineralreich aufgestellt hatte. Der Isomorphismus so vieler Basen, die sich ganz oder theilweise vertreten können, ohne daß der Charakter des Minerals dadurch geändert wird, machte die von ihm 1814 vorgeschlagene Classification unzulässig, da in ihr die Mineralien nach ihren elektropositiven Bestandtheilen, nach den Basen, geordnet waren.

Berzelius' zweites Mineralsystem.

Berzelius änderte daher 1824 sein chemisches Mineralsystem dahin ab, daß er nunmehr die Mineralien nach ihrem elektronegativen Elemente ordnete, weil für das letztere Substitution durch isomorphe Substanzen sich seltener zeigt. Dieses System hatte vor dem früheren noch außerdem den Vorzug, daß sich nach ihm die Mineralien auch mehr in Gruppen zertheilten, bei denen auch die äußeren Kennzeichen Aehnlichkeit zeigen, aber dennoch trugen noch viele Mineralogen Bedenken es anzunehmen, weil es ihnen unmöglich schien, sich bei einer selbstständig mineralogischen

Betrachtung der Fossilien von der Beachtung der äußeren Eigenschaften im Princip ganz loszusagen.

Aufstellung des rein naturhistorischen Systems.

Die äußeren Eigenschaften hatten auch inzwischen weit mehr Bedeutung erlangt, sie waren namentlich mit viel mehr Schärfe bestimmt, als dies früher der Fall war, wo ihre Kenntniß sich oft auf eine oberflächliche Anschauung, manchmal auf instinktmäßige Erkennung des allgemeinen Habitus, beschränkte. Die Krystallographie namentlich hatte durch Weiß[1]) und Mohs[2])

---

[1]) Christian Samuel Weiß, geboren 1780, bildete sich besonders in Freiberg unter Werner für Mineralogie aus. Er habilitirte sich in Leipzig 1803; bekannt wurde er bald durch die Theilnahme an der Uebersetzung von Hauy's Mineralogie, welche Karsten (von 1804 an) herausgab, und seine Zusätze zu diesem Werk. 1809 publicirte er seine Dissertatio de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali. Später wurde er Professor der Mineralogie an der Berliner Universität; in den Denkschriften der dortigen Akademie finden sich seine seitdem erschienenen Abhandlungen.

[2]) Friedrich Mohs war 1773 zu Gernrode am Harz, in Anhalt-Bernburg, geboren. Zum Handelsstande bestimmt, entsagte er diesem aus Liebe zu den Wissenschaften; er studirte von 1796 an zu Göttingen Mathematik und Naturwissenschaften und später unter Werner in Freiberg Mineralogie; hier bildete er sich auch im praktischen Bergwesen aus. 1801 erhielt er eine Anstellung als Steiger zu Rendorf in seinem Vaterlande, kehrte indeß schon 1802 wieder nach Freiberg zurück. In diesem Jahre noch erhielt er eine Einladung von dem Banquier van der Null in Wien, einen beschreibenden Katalog des Mineraliencabinets des letztern zu entwerfen; es wurde dieser 1804 im Druck bekannt gemacht. Um seine, damals schwankende, Gesundheit wieder herzustellen, machte er eine größere Reise durch die mineralogisch merkwürdigen Länder Deutschlands, und besuchte dann, 1804, die Bergakademie zu Schemnitz. Später hielt er sich einige Zeit in Kärnthen auf, und bereiste Ungarn und Siebenbürgen, Böhmen und Steiermark, bis er 1812 als Professor der Mineralogie am Johanneum zu Grätz angestellt wurde. — 1818 wurde er an Werner's Stelle nach Freiberg berufen, wo er bis 1826 blieb. In diesem Jahre erhielt er die Professur der Mineralogie an der Wiener Universität; 1835 trat er als Bergrath der Leitung des österreichischen Bergbaues zu. Er starb 1839, auf einer wissenschaftlichen Reise begriffen, zu Agordo im Venetianischen. Von seinen Schriften heben wir hervor: »Versuch einer Elementarmethode zur naturhistorischen Bestimmung und Erkennung der Fossilien« (1812); »die Charaktere der Klassen, Ordnungen, Geschlechter und Arten, oder die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems« (1820, 2. Auflage 1821); »Grundriß der Mineralogie« (1822 und 24); »Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs« (1832, 2. Auflage 1836). Nach seinem Tode erst (1842) wurden »leichtfaßliche Begriffe der Mineralogie und Geognosie« herausgegeben.

Aufstellung des rein naturhistorischen Systems.

wichtige Erweiterungen erfahren; durch Ersteren war die Betrachtung der Axen der Krystalle zuerst in ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt und nachgewiesen worden, und die Aufstellung von bestimmten Krystallsystemen ward dadurch möglich, zu welcher auch Mohs, von der Betrachtung der einfachen Formen ausgehend, gelangt war. Vereinfacht wurde das Studium der Krystallographie durch die Entdeckung, daß nur Gestalten desselben Systems mit einander in Combination treten können, und durch den Nachweis, daß combinationsfähige Gestalten bestimmte und einfachen Gesetzen folgende Krystallreihen bilden; die Bezeichnung der verschiedenen Krystallformen wurde erleichtert, die Größenverhältnisse derselben nach Wollaston's Entdeckung des Reflexionsgoniometers genauer ermittelt. Auch die anderen äußeren Eigenschaften der Mineralien wurden sorgfältiger bestimmt, und auf ihre genaue Kenntniß gründete Mohs, der sie alle mit seltener Ausdauer

Mohs' System der Mineralien.

studirte, sein rein naturhistorisches Mineralsystem. Mohs betrachtete die chemischen Eigenschaften eines Minerals, wie Berzelius die naturhistorischen (äußerlichen) ansah. Jeder fand in den von ihm hervorgehobenen Eigenschaften das wahre und einzige Argument, die Mineralien wissenschaftlich zu ordnen; jeder erkannte auch die anderen Eigenschaften als bemerkenswerth an, und gab zu, daß sie zu wissen für eine vollständige Kenntniß einer Substanz nöthig sei. Jeder nützte der Mineralogie in hohem Grade; indem jeder sich Eines Hülfsmittels zur Classification beraubte, mußte jeder das andere um so vollständiger kennen zu lernen streben. Indem Berzelius die Kenntniß der äußeren Eigenschaften für unwesentlich zur Classification der Mineralien ansah, brachte er die Kenntniß ihrer chemischen Zusammensetzung auf einen hohen Grad der Vollkommenheit; indem Mohs auf die äußeren Kennzeichen (d. h. diejenigen, welche sich, ohne das Mineral in seiner Eigenthümlichkeit zu verändern, bestimmen lassen) das alleinige Unterscheidungs- und Systematisirungsprincip gründete, mußte er diese schärfer bestimmen, als dies früher je versucht worden war. Mohs hat hierfür geleistet, was Einem Menschen zu leisten möglich ist; er hat in der Aufstellung seines nur auf die äußeren Eigenschaften gegründeten Mineralsystems einen Beweis davon gegeben, in welcher Ausdehnung und mit welcher Genauigkeit er alle krystallographischen und physikalischen Eigenschaften erforscht hatte. Dies Verdienst bleibt ihm für immer und muß mit Hochachtung anerkannt werden, mag man nun seine classificatorischen Ansichten theilen oder nicht. Und an den Chemikern ist es, dies anzuerkennen, gerade wegen der Wichtigkeit der chemischen Zu-

sammensetzung für die Erkenntniß der Mineralien, sofern es von der Zukunft erwartet werden kann, daß ein Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und allen, namentlich den äußeren Kennzeichen nachgewiesen wird, und für die Kenntniß der letzteren Wenige so reiches und zuverlässiges Material zusammengeschafft und geordnet haben, als Mohs. Und wenn auch dieser Zusammenhang in seiner ganzen Ausdehnung vielleicht erst spät erkannt wird, so ist doch jetzt gewiß schon die Ueberzeugung überall durchgedrungen, daß die alleinige Kenntniß der Zusammensetzung für die Mineralogie nicht genügt, so wenig, wie für irgend eine andere chemische Verbindung. Was das System von Mohs selbst angeht, so hat es das Schicksal aller einseitigen Systeme, deren Aufstellung nothwendig ist, um in gewissen Richtungen Licht zu verbreiten, die aber dann Verschmelzungen mit anderen erleiden müssen, weil sie sie selbst vorbereitet haben. Gewiß ist indeß, daß Mohs in der vollkommensten Ueberzeugung von der Naturgemäßheit seiner Ansichten der verbreiteten Annahme seines Systems mehr geschadet als genützt hat durch eine am Kleinsten festhaltende Consequenz, welche, allmälige Einführung verschmähend, plötzliche Reform, die er für nöthig hielt, sich zum Zwecke setzte, eine Consequenz, die sich nicht nur in seiner Classification, sondern auch hauptsächlich in seiner Nomenclatur aussprach. Die letztere, verbunden damit, daß Mohs von einem Mineralogen Vieles verlangte, was er zum wissenschaftlichen Studium der Mineralogie für nothwendig hielt, wo aber die Resultate Anderen durch Zuhülfeziehung anderer Mittel leichter erreichbar schienen, — hat besonders der Verbreitung seiner Ansichten sich in den Weg gestellt. Die Wissenschaft zog daraus den Vortheil, daß ein offenes Feld den Versuchen blieb, in Einem Systeme Beachtung der chemischen Zusammensetzung und zugleich der äußeren Eigenthümlichkeit der Mineralien zusammenzufassen.

Mohs' System der Mineralien.

Diese Systeme, in welchen die chemische Zusammensetzung als Ursache der äußeren Eigenschaften angesehen wird, scheinen am besten die bisher entwickelten, sich oft so schroff einander gegenüberstehenden, Ansichten zu vermitteln. Wir nennen von ihnen hier nur einige. Beudant versuchte ein solches 1824, indem er von der Betrachtung ausging, daß der negative Bestandtheil auf den Charakter einer Verbindung, namentlich auf ihren äußeren Habitus, einen stärkeren Einfluß ausübt, als der positive, und daß sich hierauf eine Classification gründen läßt, welche die chemisch analog zu-

Gemischte Systeme.

Beudant's System.

sammengesetzten Körper auch zugleich als äußerlich analoge zusammenstellt. —

Gmelin's System.

In demselben Sinne suchte L. Gmelin [1]) 1825 eine Ausgleichung zu

---

[1]) Wenige Familien haben den Sinn für Naturforschung, und namentlich für Chemie, in gleichem Grade erblich bewahrt und sich in einer Reihe von Generationen darin so ausgezeichnet, wie die Gmelin'sche. In Beziehung zur Chemie ist zuerst zu nennen Johann Georg Gmelin der ältere, geboren 1674, gestorben als Apotheker zu Tübingen 1728; ein tüchtiger Chemiker, der sich unter Urban Hiärne in Stockholm ausgebildet hatte, aber nichts Literarisches publicirte; nur ein Aufsatz über die Bereitung des essigsauren Quecksilbers (Sperma mercurii), den er hinterlassen hatte, wurde von seinem gleichnamigen Sohne später veröffentlicht. Seine drei Söhne waren für die Chemie thätig. Johann Conrad Gmelin, geboren 1707, war Arzt und Apotheker zu Tübingen; verschiedene Aufsätze von ihm, die vorzüglich auf Verbesserungen in der Bereitung einzelner Arzneimittel gehen, enthält das Commercium litterarium ad rei medicae et scientiae naturalis incrementum institutum, eine in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erschienene Zeitschrift. Johann Georg Gmelin der jüngere, geboren 1709, nahm 1727 eine Anstellung in Petersburg an und machte sich vorzüglich berühmt durch seine Reisen in Sibirien (1738 bis 1745); chemische Bemerkungen legte er nieder in der Beschreibung dieser Reise, mehreren Aufsätzen in den Schriften der Petersburger Akademie und der Gesellschaft deutscher Naturforscher und später in Dissertationen. Er starb als Professor der Chemie und Botanik zu Tübingen 1755. Der dritte Bruder, Philipp Friedrich Gmelin, geboren 1722, folgte dem Vorhergehenden in seinen Professuren zu Tübingen; er starb 1768. — Ein Enkel von Johann Conrad Gmelin ist Christian Gottlob Gmelin, geboren 1792, ein Schüler Berzelius', Professor der Chemie und Pharmacie zu Tübingen. Von seinen chemischen Schriften nennen wir hier vorzüglich seine »Einleitung in die Chemie« (1833 bis 1837). — Ein Sohn von Philipp Friedrich Gmelin war Johann Friedrich Gmelin, geboren 1748, Professor der Chemie in Göttingen, gestorben daselbst 1804. Er hat sich um die Chemie als Wissenschaft und in jeder Anwendung derselben höchst verdient gemacht; viele seiner Arbeiten stehen in den Commentationen der Göttinger Societät; von seinen anderen Schriften erwähne ich hier, mit Uebergehung der kleineren: »Einleitung in die Chemie« (1780), »Grundriß der allgemeinen Chemie« (1789), »Einleitung in die Pharmacie« (1781), »Grundriß der Pharmacie« (1792), »Grundsätze der technischen Chemie« (1786, 2. Auflage 1795), »Chemische Grundsätze der Gewerbkunde« (1795), »Chemische Grundsätze der Probir- und Schmelzkunst« (1786). Seine »Geschichte der Chemie« ist ein Beweis seines Fleißes und seiner Gelehrsamkeit, dem die jetzige Literatur nichts Aehnliches an die Seite zu setzen hat, und durch welche alle späteren Darstellungen dieses Gegenstandes ungemein erleichtert wurden. — Ein Sohn dieses ist Leopold Gmelin, geboren zu Göttingen 1788. Er studirte zu Göttingen und Tübingen; an der erstern Universität promovirte er als Doktor der Medicin 1809. Nach wiederholtem Aufenthalt in Tübingen, bis 1811, bereis'te er Oestreich und Italien. 1813 wurde er

bewirken, indem er gleichfalls in jeder Verbindung einen der näheren Bestandtheile als mehr formenden, den anderen als mehr geformten Stoff ansah, indem der erstere dem letzteren bestimmte, physikalische sowohl als chemische, Charaktere aufdrücke. Die nichtmetallischen Substanzen betrachtete er im Allgemeinen als formende, die metallischen als geformte Stoffe. Da nun die Reihenfolge der Elemente, was die Intensität ihrer formenden Kraft betrifft, nach Gmelin ungefähr die elektrische von dem elektronegativsten Elemente nach dem elektropositivsten hin ist (als die am meisten formende Substanz betrachtete er den Sauerstoff), so schien hier mit Recht ein Zusammenfallen der chemischen Classification mit der nach den äußeren Merkmalen und damit die Naturgemäßheit des Systems dargethan zu sein. Auch wurde diesem Systeme verdiente Anerkennung zu Theil, und in der von Gmelin eingeschlagenen Bahn ging Naumann[1]) weiter und suchte mit noch mehr Erfolg ein Classificationssystem durchzuführen, welches die Mineralkörper gleichzeitig nach der Analogie ihrer chemischen Zusammensetzung und nach der Uebereinstimmung ihrer äußeren Eigenschaften ordne.

Gmelin's System.

Naumann's System.

Wir wollen die Resultate des Zusammenwirkens der Chemie und der Mineralogie, die Betrachtung des Einflusses, welchen beide Wissenschaften auf einander ausübten, nicht weiter verfolgen. Ebenso wenig ist hier eine vollständigere Aufzählung der Chemiker zu geben, welche sich in diesem Jahrhundert besonders durch die Ausführung von Mineralanalysen verdient

---

Assistent bei Stromeyer in Göttingen; noch in demselben Jahre habilitirte er sich zu Heidelberg als Docent der Chemie; hier wurde er 1814 zum außerordentlichen Professor ernannt. Den Winter 1814 auf 1815 brachte er zu Paris zu, wo er in Vauquelin's Laboratorium thätig war. Nach Klaproth's Tod an dessen Stelle berufen, schlug er sie aus, und verblieb zu Heidelberg als ordentlicher Professor der Medicin und Chemie. Sein »Versuch eines neuen chemischen Mineralsystems« erschien 1825; sein »Handbuch der Chemie« zuerst 1817, jetzt in 4. Auflage seit 1843; ein »Lehrbuch der Chemie« 1844. Mit Tiedemann gemeinschaftlich veröffentlichte er 1820 »Versuche über die Wege, auf welchem Substanzen aus dem Magen in den Darmkanal gelangen,« 1826 u. 27: »die Verdauung nach Versuchen«.

[1]) Carl Friedrich Naumann ist geboren zu Dresden 1798; er studirte zu Leipzig und zu Freiberg unter Mohs, dessen Nachfolger er daselbst wurde. Von seinen Schriften nennen wir hier: »Versuch einer Gesteinslehre« (1824), »Lehrbuch der Mineralogie« (1828), »Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie« (1836), »Anfangsgründe der Krystallographie« (1841).

gemacht und ausgezeichnet haben. Aus dem Vorhergehenden läßt sich erkennen, wie die Chemie und die Mineralogie in ihre heutige Stellung zu einander getreten sind, inwiefern der Einfluß der Chemie zur Annäherung an ein vollkommenes Classificationssystem in der Mineralogie beigetragen hat. Haben gleich die bisherigen Versuche noch nicht in jeder Beziehung dem Zwecke entsprochen, so geben sie doch wenigstens gegründete Hoffnung, daß wir dem Ziele einer genügenden Classification nahe stehen, und als diese muß ein System betrachtet werden, welches ungeändert sowohl als ein rein chemisches wie auch als ein rein naturhistorisches aufgefaßt werden kann, welches beiderlei Gesichtspunkten vollkommen entspricht. Ein solches System kann dann aufgestellt werden, wenn für chemische Verbindungen der bedingende Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften vollständiger erkannt ist.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie.

Einleitung.

Von den ältesten Zeiten an stehen die Pharmacie und die Chemie in Zusammenhang; in der Ausübung der ersteren wurden schon früh Kenntnisse für die letztere gewonnen, und immer folgereicher wurde mit der Zeit die Verknüpfung zwischen beiden. Den Fortschritten der reinen Chemie verdankt die Pharmacie die wesentlichste Grundlage ihres heutigen Wissens, und umgekehrt findet die Chemie bei den Vertretern der Pharmacie vorzugsweise Beachtung und Pflege. Für die neueste Zeit, wo sich die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen Chemie ganz verschmolzen hat, ist hier keine abgesonderte Besprechung der ersteren nöthig; wohl aber wollen wir die Entwicklung der Pharmacie für diejenigen Zeiten etwas genauer betrachten, wo ihre Ausübung noch nicht den Besitz chemischer Kenntnisse in sich schloß; und wir haben anzugeben, unter welchen Umständen später das für die Verbreitung und die Entwicklung unserer Wissenschaft so wichtige Resultat hervorging, daß die Zahl der an derselben Antheil Nehmenden durch die Basirung der Pharmacie auf die Chemie einen so mächtigen Zuwachs erfuhr. Wir wollen hier betrachten, wie sich die Pharmacie bei den Alten als eine besondere Beschäftigung entwickelte, wie die Bereitung chemischer Präparate in ihr sich einführte, und wie, seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie, die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen immer mehr in Eins zusammentritt.

Zustand der Pharmacie bei den Alten.

Entstehung der Pharmacie.

Wenig sichere Nachrichten sind uns über den Ursprung und die erste Entwicklung der pharmaceutischen Kenntnisse zugekommen. Die Bereitung der Arzneimittel lag zuerst den Aerzten selbst ob; bei den Griechen und bei den Aegyptern scheint am frühesten eine arzneiliche Anwendung chemischer Präparate stattgefunden zu haben. Es beschränkte sich diese auf ihren Gebrauch zu äußerlichen Mitteln; frühe schon waren, nach dem Zeugnisse der späteren Römer, bei den ägyptischen Aerzten Natron, Alaun, Grünspan und Bleiweiß zur Anfertigung von Salben und Pflastern angewandt. Bei den Griechen scheint etwa im vierten Jahrhundert v. Chr. die Bereitung der Arzneien, die Pharmacie, von der Bestimmung der anzuwendenden Arzneien, der Medicin, getrennt worden zu sein; chemische Präparate waren zu jener Zeit nicht oder nur sehr wenig in dem Arzneischatze inbegriffen; die Zubereitung von Pflanzensäften machte die vorzüglichste Beschäftigung der damaligen Pharmaceuten aus, die deßhalb auch ῥιζοτόμοι (Wurzelausschneider oder Wurzelsammler) hießen. Ein solcher Rhizotome wurde auch wohl φαρμακοπώλης (Arzneiverkäufer) genannt; so nennt Epicur (um 320 v. Chr.) den Aristoteles einen Pharmacopoles, weil dieser sich in seiner Jugend mit dem Aufsuchen und Verkaufen von Arzneipflanzen beschäftigt hatte.

Erste Schriften über Arzneibereitung.

Bald auch wurden Schriften abgefaßt über die Zubereitung der Arzneimittel, von welchen indeß keine nähere Kenntniß zu uns gekommen ist. Herophilos schrieb um 200 v. Chr. über diesen Gegenstand, ebenso sein Schüler Heraclides von Tarent. Heras aus Cappadocien hinterließ gleichfalls ein Werk über diesen Gegenstand, unter dem Titel νάρθηξ (die Salbenbüchse). Keins dieser Werke ist bis auf unsere Zeit gekommen.

Als denjenigen Theil der hierhergehörigen Kenntnisse, welcher zu jener Zeit am eifrigsten betrieben wurde, kann man wohl die Untersuchung der Gifte betrachten. Attalus Philometor, der letzte pergamenische König

(regierte 138 bis 133 v. Chr.) beschäftigte sich viel mit Giften und Gegengiften, und gab zur Ausbildung dieses Zweiges der Wissenschaft vielfachen Anstoß. Bald nach ihm wandte der pontische König Mithridates Eupator demselben Gegenstande besondere Aufmerksamkeit zu (nach ihm ist das allgemeine Gegengift, der Mithridat, benannt, in dessen Zubereitung ursprünglich 54 verschiedene Substanzen eingingen; die Vorschrift dafür in den späteren Dispensatorien ist nicht die ursprüngliche, sondern rührt von Damocrates, einem Leibarzte Nero's, her).

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

Die genauesten Nachrichten über die pharmaceutisch-chemischen Kenntnisse der Alten haben wir für die Zeit um die Mitte des ersten Jahrhunderts n. Chr. Dioscorides' und Plinius' Werke, namentlich die Schrift des Ersteren, welche über den Arzneischatz ausschließlich handelt (vergl. I. Theil, Seite 33), bieten dafür zahlreiche Anhaltspunkte. Innerlich wurden von chemischen Verbindungen damals nur wenige angewandt, so das Chalcanthum (wahrscheinlich ein gleichzeitig Kupfer und Eisen enthaltender Vitriol) und der Eisenrost; hauptsächlich aber wurden vegetabilische Substanzen zur Zubereitung der Arzneien genommen, so Zucker, das Ricinusöl, viele Pflanzensäfte u. a. Mehr chemische Präparate wurden zum äußerlichen Heilgebrauche verwandt; so das Zinkoxyd, die Bleiglätte, Arsenikpräparate, deren reizende und haarvertilgende Wirkung bekannt war, natürliches Schwefelantimon, Schwefelquecksilber und einige andere Schwefelpräparate, kohlensaures Alkali, das Salz, welches sie Alumen nannten, u. a.

Aus jenen Zeiten sind die ersten genaueren Vorschriften über Arzneibereitung, welche die zu nehmenden Mengen der Bestandtheile berücksichtigen, auf uns gekommen. So findet man bei Plinius die zur Verfertigung des gewöhnlichsten Pflasters anzuwendenden Gewichtsmengen Bleiglätte und Wachs und die hinzuzufügende Menge Oel in Maßen angegeben; so bei demselben die Bereitung des Oxymels aus fünf Theilen Wasser, zehn Theilen Honig und einem Theile Salz, und zugleich, um wieviel solche Mischungen abgedampft werden sollen.

Entstehung der Apotheken.

Plinius machte den Aerzten seiner Zeit Vorwürfe, daß sie ihre Arzneien nicht mehr selbst bereiteten, sondern sie von den Seplasiariis kauften. Die Seplasiae waren weniger Apotheken in dem heutigen Sinne des Worts, als Anstalten, wo pharmaceutische Präparate gemacht wurden, die dann von den selbst dispensirenden Aerzten bezogen wurden; die Seplasiarios beschuldigte man vielfacher Verfälschungen. Außerdem hießen die Arzneiverkäufer

jener Zeit noch Pharmacopolae, auch Medicamentarii, ein Name, der bald eine üble Nebenbedeutung bekam, so daß im Codex Theodosianus (am Ende des 4. Jahrhunderts) darunter geradezu ein Giftmischer verstanden wird (ähnlich wie damals Mathematicus schlechthin einen Zauberer bedeutete). Auch die Farbenhändler (Pigmentarii) trieben damals Handel mit Arzneien.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Die Verfertigung vieler einzelnen Arzneien lehrte Galenus; Andromachus aus Kreta, ein Leibarzt Nero's, erfand die Zubereitung des Theriaks, eines Musters der damaligen Pharmacie, zu dessen Verfertigung mehr als sechzig der widersprechendsten Substanzen zusammengemischt wurden. Die älteste vollständige Anleitung zur Arzneibereitung sind die Compositiones medicae des Scribonius Largus (in der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.).

Der Antheil, welchen die Chemie an der Pharmacie während des ganzen Zeitraums, den wir unter der alten Geschichte der Chemie begreifen, hatte, war nur gering. Bei weitem zum größeren Theil waren alle Arzneien nur Zusammensetzungen roher Naturstoffe oder auf mechanischem Wege aus ihnen abscheidbarer Körper; wenige Stoffe nur, die eine eigene chemische Zubereitung erforderten, wurden dazu genommen, und diese waren meist solche, welche auch sonst noch, namentlich zum technischen Gebrauche, dargestellt wurden. Eine vermehrte Anwendung der chemischen Hülfsmittel für die Pharmacie tritt uns erst in dem folgenden Zeitalter entgegen.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Dasjenige Volk, bei welchem wir in dem Zeitalter der Alchemie zuerst die pharmaceutische Chemie mehr entwickelt sehen, sind die Araber. Ihre pharmaceutischen Einrichtungen sollen ihnen, nach der Angabe des Leo Africanus, von den Nestorianern zugekommen sein, einer christlichen Secte, welche sich im fünften Jahrhundert in Arabien niederließ. Diese hätten in ihren Niederlassungen die ersten öffentlichen Apotheken errichtet, und da mehrere von ihnen bei den arabischen Kalifen als Leibärzte Beschäf-

tigung fanden, so wären die Araber auf diese Weise mit der Einrichtung der Apotheken bekannt geworden und hätten ähnliche Anstalten angelegt. Unter dem Kalif Almansur wurde, gegen das Ende des 8. Jahrhunderts, die erste öffentliche Apotheke zu Bagdad errichtet. Pharmaceutische Einrichtungen der Araber.

Um die Bereitung der Arzneien in diesen Anstalten zu regeln, erschienen bald Anleitungen, welche die Stelle unserer heutigen Pharmacopöen vertraten. Eine solche schrieb im 9. Jahrhundert Sabor-Ebn-Sahel, Lehrer an der Schule zu Dschondisabur; in gleicher Beziehung dienten die Schriften der im I. Theile, Seite 56 ff. genannten arabischen Aerzte, wie denn namentlich Avicenna im 5. Buche seines Canons Anleitung zur Arzneibereitung gab; ein anderes Lehrbuch der Pharmacie für die Aerzte seines Volks schrieb im 12. Jahrhundert Abul-Hassan-Hebatollah-Ebn-Talmud, Leibarzt des Kalifen zu Bagdad.

Die Araber fügten nur wenige neue chemische Präparate dem Arzneischatze zu. Moschus, Rhabarber, Bibergeil, Kampher, Zucker, Tamarinden, Asa foetida, Ingwer, Muscatnüsse, Gewürznelken, Zittwerwurzel und ähnliche Substanzen bildeten hauptsächlich die Gegenstände des Arzneiwaarenhandels. Die arabischen Aerzte des 10. bis 12. Jahrhunderts ließen diese Arzneistoffe in die Form von Syrupen und Latwergen bringen, und hierin und in der Anfertigung von Decocten der officinellen Pflanzen bestand die hauptsächlichste Beschäftigung der Pharmaceuten jener Zeit. Der wichtigste Dienst, welchen die Araber der Pharmacie geleistet haben, bestand in der Anwendung der Destillationsgeräthschaften zur Verfertigung von Arzneien. Schon Avenzoar im 12. Jahrhundert verordnete häufig Rosenwasser, und der Gebrauch der destillirten Wasser wurde bald immer ausgedehnter; eine genaue Beschreibung der Destillation, behufs der Anfertigung von Arzneien, gab namentlich Alzaharavius um 1100.

Mit den medicinischen Kenntnissen der Araber trugen sich auch ihre pharmaceutischen auf die Europäer über, zugleich auch die Einrichtung der Apotheken. In das südliche Italien verpflanzte sich am frühesten die Medicinalverfassung der Araber; die Gelehrten, welche unter den Europäern zuerst die arabische Medicin vertraten, gehörten den medicinischen Schulen zu Salerno und zu Monte-Cassino an. Constantin von Carthago, der in Bagdad selbst sich mit der Heilkunde der Araber vertraut gemacht hatte, errichtete im 11. Jahrhundert zu Salerno die ersten Apotheken im christlichen Europa; in dem folgenden schrieb Nicolaus von Alexandrien, Vor- Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

steher der salernitanischen Schule, sein Antidotarium, die erste europäische Pharmacopöe, welche auch unter anderen Titeln, als isagogicarum introductionum in artem apotecariatus opusculum, oder Dispensatorium ad aromatorios, sehr verbreitet wurde. Die hier angewandten Medicamente, ebenso wie die Art ihrer Zubereitung, sind ganz die der Araber; auch bei den Aerzten des christlichen Europa's fanden im 13. Jahrhundert die destillirten Wasser vermehrte arzneiliche Anwendung, und die Destillation wurde ein nothwendiges Hülfsmittel der Pharmacie; als pharmaceutische Präparate empfahl mehrere zu jener Zeit namentlich der griechische Leibarzt Johannes Actuarius, in dessen berühmter Schrift, die in der lateinischen Uebersetzung als Methodus medendi bekannt wurde, einzelne Theile die Zubereitung der Arzneien speciell lehrten und auch als besonderes Werk, de compositione medicamentorum, verbreitet wurden.

Zu jener Zeit erhielt auch das Apothekerwesen eine geregeltere Form. Schon im 12. Jahrhundert hatte König Roger von Neapel in Bezug hierauf und nach dem Muster der Araber gesetzliche Vorschriften gegeben; genauere Bestimmungen erließ 1233 Kaiser Friedrich II. für seine Königreiche Neapel und Sicilien. Den Aerzten wurde zur Pflicht gemacht, es der Behörde anzuzeigen, wenn sie in den Arbeiten der Apotheker (die als confectionarii bezeichnet sind) eine Unrichtigkeit bemerken sollten. Den Aerzten wurde das Dispensiren von Arzneimitteln untersagt, die Apotheker aber auf gewissenhafte Befolgung der gesetzlichen Vorschriften für die Arzneibereitung verpflichtet (Confectionarii facient confectiones expensis suis, cum testimonio medicorum, juxta formam constitutionis, nec admittentur ad hoc, nisi praestito juramento, quod omnes confectiones suas secundum praedictam formam facient, sine fraude, wie das Gesetz sagte). Es wurde hier weiter bestimmt, die Bereitung der Arzneien solle unter Aufsicht besonders dazu bestimmter Aerzte geschehen, und der Gewinn geregelt, den der Apotheker bei dem Verkaufe derselben nehmen könne. Die Apotheker heißen hier auch noch stationarii, ohne daß indeß der Unterschied in der Bedeutung dieses Wortes und der des Wortes confectionarii sich jetzt genügend angeben ließe. Die Apotheke selbst wird als statio, auch als apotheca bezeichnet. Letzterer Name in Beziehung zur Ausübung der Pharmacie war im 13. Jahrhundert noch in anderen Ländern bereits im Gebrauch; 1271 untersagte die medicinische Facultät zu Paris allen Apothecariis und Herbariis das innerliche Heilen, auch sollten sie ihre Arzneien nur an Aerzte

verkaufen, die sie dann selbst ausgaben; und auch in Deutschland wird in jener Zeit der Name Apotheke mehrfach gebraucht.

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Einige Unsicherheit über die Verbreitung der Apotheken bringt der Umstand mit sich, daß man damals mit diesem Worte noch öfters den ursprünglichen Begriff (ἀποθήκη, Niederlage, Speicher, Magazin) verband, und nicht ausschließlich den einer Anstalt zur Arzneibereitung. Insofern bleibt es ungewiß, ob die in dem 13. Jahrhundert in den Chroniken mehrerer Städte, z. B. von Trier, genannten Apotheken und Apotheker wirklich als die Anfangspunkte der deutschen Pharmacie zu betrachten sind; im 14. Jahrhundert liegt es mehr außer Zweifel, daß Apotheken im heutigen Sinne des Worts in mehreren deutschen Städten bestanden, so z. B. in Nürnberg und Prag; von der letzteren Stadt aus kam eine solche Anstalt mit der Errichtung einer Universität 1409 nach Leipzig; eine Art Apothekerordnung wurde 1440 zu Basel gegeben; in Augsburg 1445 die Betreibung einer Apotheke durch einen tüchtigen Gesellen der Wittwe des vorigen Besitzers gestattet; in Stuttgart 1458 einem Apotheker, dessen Familie schon längere Zeit eine solche Anstalt hatte, seine Rechte gesichert, und 1468 einem andern Apotheker Instruction und Taxe vorgeschrieben; zu Halle wurde 1493 das erste Apothekerprivilegium ertheilt, mit der Bedingung, daß der Inhaber zehn Jahre hindurch zu zwei Mahlzeiten in der Fastenzeit für den Magistrat acht Pfund gutes Confect liefern solle. Ebenso ist für Copenhagen 1465, für Frankfurt a. M. 1478, für Stendal 1486, für Berlin 1488 die Existenz von Apotheken constatirt. Auch die Rechte und Pflichten der Apotheker wurden bald überall geordnet; so mußten die Apotheker in Frankfurt a. M. 1500 eine besondere Ordnung beschwören; zu Augsburg wurde 1507 eine Apothekerordnung erlassen und darin die Revision derselben von Zeit zu Zeit anempfohlen, auch 1512 allen Nichtapothekern der Handel mit Arzneien verboten; zu Hamburg wurde 1529 die Visitation der Apotheken dem Stadtphysikus übertragen. In Frankreich erhielten die Apotheker 1484 Gesetze, und sie wurden als eine besondere Corporation anerkannt; wissenschaftliche Bildung, strenge Prüfungen und öftere Untersuchungen der Apotheken durch die Aerzte wurden darin vorgeschrieben, dagegen aber auch den Apothekern bedeutende Privilegien zugesichert, und sie selbst den Gelehrten gleich gesetzt.

So breiteten sich diese pharmaceutischen Einrichtungen während des 15. Jahrhunderts rasch aus, ohne daß indeß mit ihrer größeren Verbreitung

Anwendung chemischer Präparate zum Arzneigebrauch.

eine entsprechende Entwicklung pharmaceutisch-chemischer Kenntnisse verbunden gewesen wäre. Die Verrichtungen des Apothekers bestanden bis gegen das Ende des 15. Jahrhunderts nur in der mechanischen Zubereitung der Arzneien, welche meist aus Italien bezogen wurden. Die Arzneimittel selbst waren meist die von den Arabern bereits gebrauchten; von neu hinzukommenden ist der Weingeist hervorzuheben, den im 13. Jahrhundert besonders der Cardinal Vitalis de Furno aus Basel in seinem Liber selectiorum remediorum pro conservanda sanitate ad totius corporis humani morbos als ein allgemeines Heilmittel empfahl; ebenso ein berühmter Arzt und Lehrer zu Bologna, Thaddäus von Florenz, der sich außerdem um die Einführung der geistigen Wasser in die Apotheken verdient gemacht hat. Auch Raymund Lull und Villanovanus beförderten die Anwendung des Weingeistes und anderer Destillationsproducte. Doch blieb die Pharmacie unausgebildet, und besonders trug, neben der Anhänglichkeit an die Lehren der Früheren, dazu bei das Streben nach der Auffindung einer Universalmedicin. Diese Idee, welche an und für sich vielleicht die pharmaceutischen Untersuchungen hätte befördern können, hemmte sie, weil sie sich sogleich mit der Alchemie verband, und man als Universalmedicin das Mittel, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, bezeichnete (vergl. in der speciellen Geschichte der Alchemie über die dem Steine der Weisen zugeschriebenen Eigenschaften). So gab es damals keine wissenschaftlichen Pharmaceuten, sondern nur handwerksmäßige Apotheker oder Alchemisten.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Als Handbuch der Apotheker ist aus dem 13. Jahrhundert noch zu erwähnen ein Werk des Nicolaus Myrepsus, welches (ursprünglich griechisch geschrieben) in mehrfachen lateinischen Uebersetzungen unter dem Titel Dispensatorium oder Medicamentorum opus oder Theatrum de recta medicamentorum praeparatione et usu, verbreitet war, und aus dem Anfange des 14. Jahrhunderts des Gentilis de Fulgineo (Lehrers der Arzneiwissenschaft zu Padua, dann zu Perugia) de praeparatione medicinarum compendium. Neben diesen Schriften standen die der oben genannten Araber und früheren italienischen Gelehrten fortwährend in Ansehen. In der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts lebte Saladin von Asculo, der in seinem Compendium aromatorium die Bereitung der Arzneien lehrte und auf ihre Verfälschungen aufmerksam machte. Eine gesetzliche Pharmacopöe erschien zu Florenz schon 1498 unter dem Titel: Ricettario de dottori del arte e di medicina del Collegio Fiorentino all' instanzia de

signori consuli della universita. Als das erste deutsche Apothekerbuch schrieb Ortolph von Baierland sein »Arzneibuch« 1477.

Vermehrter Gebrauch der chemischen Präparate als Heilmittel.

Gegen die bis dahin unangefochten gebliebene Pharmacie des Galenus und der Araber lehnte sich am Ende des 15. Jahrhunderts Basilius Valentinus auf, welcher zuerst auf die Einführung chemischer Präparate als Heilmittel in die Apotheken drang und zuerst eigentliches chemisches Wissen von den Apothekern forderte. Die chemischen Präparate, welche er zum innerlichen Heilgebrauche vorschlug, waren fast sämmtliche Substanzen, als mit welchen bekannt wir ihn im I. Theile (S. 78) besprachen. Die chemischen Kenntnisse der Pharmaceuten und Mediciner seiner Zeit waren indeß noch zu unvollkommen, als daß jene Präparate sogleich Aufnahme in den Arzneischatz gefunden hätten; die wirksamsten der von ihm vorgeschlagenen Heilmittel, die Spießglanz- und Quecksilberpräparate, wurden schlechthin als giftig verworfen, und die Aerzte der alten Schule schenkten seinen Ansichten keine Aufmerksamkeit. Erst durch Paracelsus, der die Ansichten des Basilius Valentinus erweiterte und eindringlicher vortrug, wurde die Einführung der chemischen Präparate als Heilmittel durchgesetzt.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie.

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

Hinsichtlich der Erweiterungen, welche die pharmaceutische Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie erfuhr, ist vieles hierauf Bezügliche schon in dem I. Theile, bei der allgemeinen Geschichte jenes Zeitalters, angeführt worden. Wir besprachen dort bereits den Einfluß, welchen Paracelsus hinsichtlich der Einführung chemischer Präparate in den Arzneischatz ausgeübt hat; wir lernten dort die Angriffe kennen, welche gegen diese Neuerung geführt worden; es wurden dort die vorzüglichsten Vertheidiger der chemischen Heilmittel und ihre hauptsächlichsten Widersacher genannt.

Wir gaben bei den bedeutendsten Vertretern der iatrochemischen Rich-

Einführung der chemischen Heilmittel in die Pharmacie.

tung an, welche Präparate sie als Heilmittel einführten. Wir haben hier den Einfluß dieser veränderten Richtung der Medicin für die Pharmacie noch etwas näher zu besprechen.

Bei dem Umstande, daß die Anwendung chemischer Präparate als Arzneien von den gelehrten Aerzten, von deren Ansicht vorzugsweise die Einrichtung der Apotheken abhing, verworfen wurde, gewann die Pharmacie in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts kein anderes Ansehen, als sie bisher gehabt hatte. Officinell waren damals fast nur die schon länger bekannten Heilmittel, nach den Vorschriften des Galenus oder der Araber gefertigt. Die Anhänger des Paracelsus bereiteten die chemischen Präparate selbst, welche sie als Arzneien verordneten. Unter solchen Verhältnissen mußte sich der Mißbrauch mit Geheimmitteln entwickeln, welcher besonders in der letzten Hälfte des 16. und im 17. Jahrhundert auf die bedauerlichste Weise stattfand; fast jeder Arzt, der sich in der ersten Zeit mit der Bereitung chemischer Heilmittel abgab, glaubte in einer neu entdeckten chemischen Verbindung eine Universalarznei zu finden. Später erst, wo die Bereitung der Heilmittel wieder ganz den Apothekern überlassen wurde und auch die chemischen Präparate in den Pharmacopöen Aufnahme fanden, erwuchsen den Pharmaceuten aus der neuen Richtung der Medicin wesentliche Erweiterungen ihrer chemischen Kenntnisse.

Die Pharmacopöen dieses Zeitraums, welche vorzüglich geschätzt waren und zum Theil gesetzliche Kraft hatten, weisen diese allmälige Anerkennung der chemischen Arzneien am besten nach.

Verbreitung der Apotheken.

Die Abfassung gesetzlicher Pharmacopöen wurde in dem 16. Jahrhundert hervorgerufen durch die zunehmende Anzahl der Apotheken. In Deutschland wurde die Einrichtung der Apotheken immer mehr verbreitet; in Hannover wurde 1565, in Braunschweig 1568, in Oldenburg 1598 die erste öffentliche Apotheke errichtet. In Schweden entstand um 1550 die erste Apotheke zu Stockholm; schon gegen das Ende des 16. Jahrhunderts wurden von dem Czar Boris Godunow Apotheker nach Rußland berufen. — Ueberall wurden jetzt auch gesetzliche Bestimmungen über die Pflichten und Rechte der Apotheker gegeben. Apothekerverordnungen und Taxen wurden erlassen für Sachsen 1567, für Liegnitz 1568, für Brandenburg 1574, für Hamburg 1587, und an vielen anderen Orten; wo schon früher dergleichen bestanden hatten, wurden sie erneuert. Aber mehr als die Feststellung der äußeren Verhältnisse der Pharmaceuten interessirt uns hier, was für die Förderung ihrer

chemischen Kenntnisse von besonderem Einflusse war, und es waren dies namentlich die Pharmacopöen.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Bei der immer größer werdenden Zahl der Apotheken wurde Gleichförmigkeit in der Darstellung der Heilmittel dringendes Bedürfniß. Neben den von den Obrigkeiten anempfohlenen Pharmacopöen behielten aber auch stets die Schriften anderer ausgezeichneter Gelehrten ihr Ansehen. Wir wollen einige der bedeutenderen aus dem 16. Jahrhundert hier angeben.

Nach den Grundsätzen der alten Schule und mit Verwerfung der chemischen Arzneien schrieb in Deutschland Otto Brunfels (aus Mainz gebürtig, Arzt zu Bern, wo er 1534 starb), dem auch die pharmaceutische Botanik Ausgezeichnetes verdankt, seinen »Spiegel der Arzney« (1532), sein »Jatrium medicamentorum simplicium« (1533), seine »Reformation der Apotheken« (1536), und mehrere andere Werke, welche auf Arzneibereitung Bezug haben; der Ingolstädter Professor der Arzneikunde Leonhard Fuchs de componendorum miscendorumque medicamentorum ratione (1549), Valerius Cordus auf Verlangen des Raths der Stadt Nürnberg die erste deutsche gesetzliche Pharmacopöe: Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), in welches indeß doch einige, wenn auch nur wenige, chemische Präparate mit aufgenommen sind; in Frankreich Jacob du Bois (auch Sylvius genannt, und nicht mit dem später lebenden Jatrochemiker dieses Namens zu verwechseln), Professor zu Paris, de medicamentorum simplicium praeparatione, delectu, et mistionis modo (1542), und seine Methodus medicamenta componendi ex simplicibus (1541); Wilhelm Rondelet, Professor und Kanzler zu Montpellier, de ponderibus, justa qualitate et proportione medicamentorum (1555), ferner seine Methodus de materia medicinali et compositione medicamentorum tam internorum, quam externorum (1556) und sein Dispensatorium (1565); in Italien schrieb in gleicher Richtung der berühmte Anatom Gabriel Fallop zu Padua de compositione medicamentorum (1570). Ebenso waren die chemischen Arzneien noch ausgeschlossen in den meisten gesetzlichen Dispensatorien des 16. Jahrhunderts, so in der Cölner Pharmacopöe (zuerst 1565 gegeben), in der Augsburger (zuerst 1573), in der Görlitzer Apothekerordnung (1600), in dem Antidotarium Bononiense (1574) und der Pharmacopoea Bergamensis (1580), in dem Pariser Codex medicamentarius (welcher 1590 zuerst gegeben worden war) noch in der Bearbeitung von 1615.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Im Gegentheil lehrten vorzugsweise die Bereitung der chemischen Heilmittel in Deutschland Oswald Croll in seiner Basilica chymica (1608), Libavius in seiner Praxis alchymiae, hoc est, de artificiosa praeparatione praecipuorum medicamentorum chymicorum libri duo (1605), Adrian von Mynsicht in seinem Thesaurus et armamentarium medico-chymicum selectissimum, pharmacorum conficiendorum ratio propria laborum experientia confirmata (1631), in Frankreich Quercetanus in seinem Antidotaire spagyrique (1576), Turquet de Mayerne in seiner Pharmacopoea (gegen 1600); außerdem noch Angelus Sala, Glauber und die anderen Gelehrten, welche wir als Anhänger der Jatrochemie im I. Theile kennen lernten.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts beginnen sich die Vorschriften zu verschmelzen, die bis dahin entweder die Bereitung der Galenischen oder die der chemischen Heilmittel ausschließlich gelehrt hatten. Die Apothekerbücher, welche in jener Zeit die gebrauchtesten waren, nahmen beide Arten von Arzneien mit einander auf; so das Dispensatorium medicum (1601) von G. Melich, einem Augsburger Apotheker, so die oft wieder aufgelegte Pharmacopoea medico-physica (1641) von dem Frankfurter Arzte J. Schröder. Auch in die gesetzlichen Pharmacopöen gingen nun diese Mittel in verschiedenem Maße über. Wir können hier nicht auf eine vollständige Aufzählung der Pharmacopöen, welche zu jener Zeit erschienen und auf die Bereitung der chemischen Präparate Rücksicht nahmen, eingehen, da ihre Zahl zu groß ist; es geschah aber dies namentlich schon in der Leydner Pharmacopöe von 1638 (welche 1628 zum ersten Male gegeben worden war), in der Amsterdamer von 1639, in der für Bordeaux von 1643, in der Frankfurter von 1656, in der Copenhagener von 1658, in der Londoner von 1650 (wo eine solche 1618 zuerst gegeben worden war).

Auch bei der Visitation der Apotheken nahm man nun Rücksicht auf die chemischen Arzneimittel; doch wurden damals noch zur Prüfung selten chemische Reagentien angewandt. Auf die Nothwendigkeit solcher Prüfungen machten im Anfange dieses Zeitalters besonders zwei italiänische Aerzte, Lisetti Benanci in seiner Declaratio fraudium et errorum apud pharmacopoeos commissorum (1553) und Antonio Lodetti in seinem Dialogo (1569), aufmerksam, und veranlaßten die Obrigkeiten zu Florenz und Ferrara zur Erlassung eines Gesetzes, wonach die Apotheker nur im Beisein besonders dazu ernannter Aerzte ihre Arzneien anfertigen durften.

Eine Anleitung zur Apothekenvisitation gab 1607 Jeremias Cornarius in seiner Fori medici adumbratio, et ex parte quidem, quae officinarum visitationem assistentium atque ceterarum directionem maxime spectat in synopsi facta, und Thomas Bartholin schrieb 1672 und 1673 zwei Programme de visitatione pharmacopoearum. Ein gesetzlicher Ordo visitandi officinas wurde 1688 zu Nürnberg erlassen. Anleitungen zur Arzneiprüfung.

Die Folgen davon, daß die Apotheker sich mit der Darstellung chemischer Präparate zu beschäftigen nun veranlaßt waren, zeigten sich bald; in dem folgenden Zeitalter schon, von der Mitte des 17. Jahrhunderts an, gehen aus der Schule der Pharmacie Chemiker hervor, welche zu den ausgezeichnetsten Repräsentanten unserer Wissenschaft zu rechnen sind.

Entwicklung der pharmaceutischen Chemie seit dem Zeitalter der phlogistischen Theorie.

Gleich im Anfange des neuen Zeitalters sehen wir die Chemie würdig durch Pharmaceuten vertreten; die Verdienste Kunkel's, Lemery's, St. F. Geoffroy's, Neumann's, Marggraf's, Scheele's, welche in der Ausübung der Pharmacie die erste Anregung zum Studium der Chemie fanden, haben wir schon im I. Theile besprochen. In gleicher Beziehung reihen sich ihnen an in Frankreich Lefèvre, Glaser, Boulduc, G. F. Rouelle, Cadet; unter den Lehrbüchern der pharmaceutischen Chemie, welche dort während dieses Zeitalters herauskamen, heben wir noch hervor Malouin's [1]) Chimie médicale contenant la manière de préparer les remèdes les plus usités (zuerst 1734 erschienen); Baumé's [2]) Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie.

[1]) Paul Jacob Malouin war 1701 zu Caen geboren; er widmete sich der Medicin und ließ sich als praktischer Arzt zu Paris nieder, wo er Leibarzt der Königin, königlicher Censor und Professor der Pharmacie bei der medicinischen Facultät war. Er wurde Mitglied der Akademie in der Section für Chemie, hat übrigens für diese Wissenschaft nur wenige und unbedeutende Originalarbeiten geliefert. Er starb zu Versailles 1778.

[2]) Antoine Baumé war zu Senlis 1728 geboren. Als Apotheker trat er zu Paris bei St. F. Geoffroy in die Lehre, und hier entwickelte sich seine

Lehrbücher der pharmaceutischen Chemie.

so viel gebrauchte und oft wieder aufgelegte Elémens de pharmacie théorétique et pratique (zuerst 1762 erschienen), und Demachy's Manuel du Pharmacien (1788). In den Niederlanden hatte bereits 1684 Jacob le Mort (geboren zu Arnheim 1650, gestorben als Professor zu Leyden 1718) seine Pharmacia medico-physica rationibus et experimentis instructa herausgegeben, Barchusen 1715 seine Synopsis pharmaciae. Mehr noch geschah für das wissenschaftliche Studium der pharmaceutischen Chemie in Deutschland. Als Lehrbuch hierfür schrieb der gothaische Leibarzt Daniel Ludovici (aus Weimar gebürtig) schon 1671 seine Pharmacia moderno saeculo applicanda, eins der besten und am meisten gebrauchten Apothekerbücher der damaligen Zeit; G. W. Wedel schon 1677 seine Pharmacia in artis formam redacta und 1684 seine Pharmacia acromatica; J. H. Jüngken (geboren 1648 zu Kahlern in Hessen, gestorben 1726 als Arzt zu Frankfurt) sein Corpus pharmaceutico-chemico-medicum 1697 und sein Manuale pharmaceuticum 1698. Stahl, der die Wichtigkeit der Pharmacie als Arzt wie als Chemiker vorzüglich würdigen konnte, schrieb seine Fundamenta chemico-pharmaceutica generalia ac manuductio ad encheireses artis pharmaceuticae speciales (1721) und seine Fundamenta pharmaciae chemicae (1728); ihm folgte Joh. Friedr. Cartheuser [1]), welcher 1736 seine Elementa chemiae medicae dogmatico-experimentalis und 1745 seine Pharmacologia theoretico-practica herausgab. Vorzüglichen Einfluß auf die chemische Bildung des

---

Neigung zum wissenschaftlichen Studium der Chemie und Pharmacie. Er trat 1752 in das Collège de Pharmacie ein, an welchem er bald darauf zum Professor der Chemie ernannt wurde; er verband mit dieser Stellung den Besitz einer Apotheke in Paris. Um ganz dem wissenschaftlichen Studium leben zu können, gab er 1780 sein Geschäft auf; doch eröffnete er es später wieder, da ihm die Stürme der Revolution sein Vermögen raubten. Nach der Errichtung des Nationalinstituts wurde er, 1796, zum Mitglied desselben erwählt; er starb zu Paris 1804.

[1]) Johann Friedrich Cartheuser war geboren zu Hoya bei Stolberg 1704; er starb als berühmter Professor der Anatomie, Botanik und Chemie zu Frankfurt an der Oder 1769. Untersuchungen von Pflanzensäften bildeten das Hauptsächlichste seiner Originalforschungen. Sein Sohn Friedrich August Cartheuser, Professor der Arzneiwissenschaft und Naturlehre zu Gießen, machte sich um die mineralogische Chemie verdient durch Untersuchungen über die chemischen Kennzeichen einzelner Mineralien, über ihre Anwendbarkeit als Flußmittel und Aehnliches.

Apothekerstandes in Deutschland übte aber C. G. Hagen's [1]) Lehrbuch der Apothekerkunst (die erste Auflage erschien 1778), dessen Wirksamkeit in vielen Auflagen und Uebersetzungen sich bis in die Gegenwart erstreckte.

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

Von welchem Erfolg eine wissenschaftliche Behandlung der pharmaceutischen Chemie war, wie sie in diesen Schriften versucht wurde, zeigte sich bald in den zahlreichen und verdienstvollen chemischen Arbeiten, welche unsere Wissenschaft seit dem Anfange des 17. Jahrhunderts Mitgliedern des Apothekerstandes verdankt. Noch mehr fand dies während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen Statt. Unter den ersten Chemikern dieses Zeitalters gingen Klaproth und Vauquelin aus der Schule der Pharmacie hervor; der Erstere erwarb sich um diese Wissenschaft noch besondere Verdienste durch die (gemeinschaftlich mit Formey) ausgeführte Bearbeitung der preußischen Pharmacopöe (1799), welche zuerst in Deutschland nach den Grundsätzen der antiphlogistischen Chemie bearbeitet war, und bei ihrer großen Verbreitung wesentlich die Bekanntwerdung der antiphlogistischen Lehren und der neueren Nomenclatur beförderte. Ausgezeichnete Chemiker widmeten sich der Abfassung pharmaceutischer Lehrbücher; aus der Zeit, welche hier noch zu betrachten ist, erwähnen wir unter den Deutschen Göttling's (dessen »Einleitung in die pharmaceutische Chemie« 1778, und dessen »Handbuch der Pharmacie« 1800 erschien), Hermbstädt's (»Katechismus der Apothekerkunst« 1792, »Grundriß der theoretischen und experimentellen Chemie,« zuerst 1792), Trommsdorff's [2])

---

[1]) Carl Gottfried Hagen, geboren zu Königsberg in Preußen 1749, starb daselbst als Apotheker, Medicinalrath und Professor der Physik und Chemie 1829. Außer dem obengenannten Werke schrieb er noch »Grundriß der Experimentalchemie« (zuerst 1786, 3. Auflage unter dem Titel »Grundsätze der Chemie durch Versuche erläutert« 1796).

[2]) Johann Bartholomäus Trommsdorff wurde 1770 zu Erfurt geboren, wo sein Vater Professor der Medicin an der dortigen Universität und Apothekenbesitzer war. J. B. Tr. zeigte schon während seiner pharmaceutischen Lehrjahre reges Interesse an der Wissenschaft; noch als Gehülfe trat er als Schriftsteller mit großem Erfolge auf. Er übernahm 1792, nach dem Tode seines Vaters, dessen Apotheke; drei Jahre später wurde er als Professor der Physik und Chemie an der Universität zu Erfurt angestellt. 1823 wurde er Director der dortigen Akademie gemeinnütziger Wissenschaften. Er starb 1837. Vieles hat Trommsdorff für die wissenschaftliche Betreibung der Pharmacie geleistet durch sein pharmaceutisches Institut, welches, 1795 gegründet, 33 Jahre bestand, und aus dem viele der tüchtigsten Apotheker und Lehrer der

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

(»Systematisches Handbuch der Pharmacie« zuerst 1792, »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796), Westrumb's[1]) (»Handbuch der Apothekerkunst« zuerst 1795—98) und Buchholz's[2]) (»Grundriß der Pharmacie« zuerst 1802).

Neben diesen Lehrbüchern war noch von besonderm Einflusse auf die Verbreitung chemischer Kenntnisse unter den Apothekern die Errichtung pharmaceutischer Lehranstalten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und die Gründung pharmaceutischer Vereine, welche besonders in unserm Jahrhundert stattgefunden hat. Wir können auf eine nähere Besprechung dieser Institute hier nicht eingehen, so wenig als auf eine genauere Dar-

---

Chemie und Pharmacie hervorgingen; Vieles für die Naturwissenschaften überhaupt durch seine zahlreichen Schriften, von welchen wir hier nur die wichtigsten anzählen wollen. Von seinem »Systematischen Lehrbuch der Pharmacie« erschienen von 1792 bis 1837 vier Auflagen, von seinem »Lehrbuch der pharmaceutischen Experimentalchemie« 1796 die erste, 1811 die dritte Auflage. Sein »Handbuch der pharmaceutischen Waarenkunde« erschien zuerst 1799 (dritte Auflage 1822), sein »Systematisches Handbuch der Chemie oder die Chemie im Felde der Erfahrung« von 1805 bis 1807 in 8 Bänden, »die Apothekerkunst in ihrem ganzen Umfange, oder allgemeines pharmaceutisch-chemisches Wörterbuch« 1806 bis 1822 in 4 Bänden. Für die wissenschaftliche Journalistik war Tr. thätig durch die Redaction seines »Journals der Pharmacie«, von 1794 bis 1834; den »Almanach für Scheidekünstler« gab er 1820 bis 1829 heraus.

[1]) Johann Friedrich Westrumb, geboren 1750, starb als Apotheker und Bergcommissär zu Hameln 1819. Seine »physikalisch-chemischen Abhandlungen« erschienen von 1785 bis 1800 in 6 Bänden, außerdem noch mehrere kleinere Schriften, wie »Bemerkungen und Vorschläge für Bleicher« (1800), »Bemerkungen und Vorschläge für Branntweinbrenner« (1803) u. a.

[2]) Christian Friedrich Buchholz war in Eisleben 1770 geboren. Er widmete sich der Pharmacie und ließ sich 1794 als Apotheker in Erfurt nieder. Von dieser Zeit an war er vorzüglich für die Pharmacie und Chemie thätig, und viele Untersuchungen stellte er bis zum Jahre 1814 an, wo sein Gesundheitszustand ihm gleich kräftige Fortführung derselben nicht mehr gestattete. Abnahme des Gesichtssinnes, die sich später bis zu fast völliger Blindheit steigerte, ließ ihn an der Fortbildung der Wissenschaft nur insofern noch Antheil nehmen, als er jüngeren Chemikern, die sich bei ihm aufhielten, mit seiner Erfahrung und seinem Rathe beistand. Er starb 1818. Von ihm erschienen, außer dem obengenannten Werke, »Beiträge zur Erweiterung und Berichtigung der Chemie« (1799 bis 1802) und verschiedene kleinere Schriften. Die »Redaction des Almanachs für Scheidekünstler« führte er von 1802 bis 1814; auch an der Herausgabe mehrerer anderen chemischen Zeitschriften, wie des »neuen allgemeinen Journals für Chemie« und des »Journals für Chemie und Physik« (beide von Gehlen redigirt) nahm er thätigen Antheil.

stellung der Leistungen der pharmaceutischen Chemie in der Gegenwart, oder auf eine Schilderung der Gelehrten, welche in unseren Tagen vorzugsweise zu einem gründlichen Studium derselben beigetragen haben. Die Specialitäten in dieser Beziehung übergehend, heben wir nur die Folgen solcher Bestrebungen hervor. Immer mehr entfernte sich, seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, die pharmaceutische Chemie von der Richtung, die sie noch im Anfange desselben befolgt hatte, wo sie von den Forschungen der rein wissenschaftlichen Chemie nur die Resultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächsten Zusammenhang stehen. Immer mehr verknüpfte sich die pharmaceutische Chemie mit der rein wissenschaftlichen; die Lehrbücher für die erstere, die früher nur Sammlungen empirischer Vorschriften gewesen waren, nahmen den Charakter gediegen wissenschaftlicher Werke an, und die zunächst für Pharmacie gegründeten Zeitschriften wurden zu wichtigen Sammlungen von Arbeiten für die reine Chemie. Und so eng hat sich die Pharmacie mit der Chemie jetzt verschmolzen, daß der Standpunkt der ersteren in einem Lande nicht mit Unrecht als der Maßstab der Verbreitung rein chemischer Kenntnisse betrachtet wird, daß jeder Fortschritt der Pharmacie zugleich als ein Fortschritt der rein wissenschaftlichen Chemie gilt, daß jeder Versuch zur Hebung der Pharmacie zugleich die Beförderung der chemischen Wissenschaft in sich schließt.

Verschmelzung der pharmaceutischen Chemie mit der wissenschaftlichen Chemie.

Entwicklung der angewandten Chemie.

Einleitung.

Von den einzelnen Zweigen der Chemie, deren Geschichte hier eine abgesonderte Darstellung verlangt, bleibt uns noch die angewandte Chemie übrig; wir haben noch Einiges darüber anzugeben, wie sich die Anwendung unserer Wissenschaft auf die verschiedenen Künste und Gewerbe entwickelte. Aus einem allgemeineren Gesichtspunkte lassen sich indeß die Fortschritte der angewandten Chemie nicht wohl betrachten; ihre einzelnen Theile, die Metallurgie, die Färberei, die Töpferkunst, die Glasbereitung, die fabrikmäßige Gewinnung einzelner chemischer Präparate, die Branntweinbrennerei, die Anwendung der Chemie auf die Agricultur u. s. w., stehen unter einander in zu geringem Zusammenhange, als daß man alles hierher Gehörige zu Einem Ganzen zusammenstellen könnte. Ereignisse, welche für einzelne dieser Theile neue Perioden beginnen lassen, sind für die anderen ohne alle Bedeutung. Bei der Verschiedenartigkeit des Stoffes, welcher in der Geschichte der angewandten Chemie zu betrachten ist, kann eine Eintheilung des ganzen zu übersehenden Zeitraumes keine aus der Sache selbst entlehnte, sondern nur eine künstliche sein. Wir könnten die Fortschritte der angewandten Chemie von Jahrhundert zu Jahrhundert verfolgen; wir ziehen es vor, die Eintheilung, welche sich für die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie im Allgemeinen als die natürlichste bewies, auch hier zu Grunde zu legen und anzugeben, wie mit jedem Fortschritt in der Richtung der wissenschaftlichen Chemie auch ihre Anwendung auf die Künste und Gewerbe sich vervollkommnete. Begnügen müssen wir uns hier, über die Ausdehnung einer solchen Anwendung der Chemie für die verschiedenen Zeitalter im Allgemeinen zu berichten, und die Specialitäten, deren Anführung diese des Verschiedenartigen ohnehin genug enthaltende Uebersicht noch mehr zerreißen würde, bis zu der Geschichte der einzelnen betreffenden Stoffe versparen.

Technisch-chemische Kenntnisse der Alten.

Alles, was von der angewandten Chemie bis zu dem Anfange unserer Zeitrechnung empirisch erkannt war, möchten folgende Angaben umfassen.

Metallurgie. Der Ursprung der metallurgischen Kenntnisse verliert sich in das höchste Alterthum; jede Nation schreibt die Entdeckung der Metalle oder der Kunst, sie weiter zu bearbeiten, mythischen Personen zu; so die Griechen die erste Behandlung des Eisens dem Prometheus und den Cyclopen, die Entdeckung des Goldes dem Cadmus u. s. w.; die Israeliten die erste Kenntniß der Bearbeitung von Metallen dem Tubalkain; die Phönicier und Aegypter nach Sanchuniathon und Diodor die Kunst, Metalle überhaupt aus den Erzen zu gewinnen, ihren ältesten Heroen und Königen. Ueber die angewandten Verfahrungsweisen bei der Ausziehung der Metalle aus den Erzen haben wir keine Nachricht; der Eisenschmelzöfen erwähnt schon Moses.

Zur Zeit des römischen Weltreiches wurden metallurgische Arbeiten in großem Maßstabe ausgeführt; allein die Schriftsteller jener Zeit theilen nichts mit über die dabei vorkommenden chemischen Operationen. Plinius, Diodor, Strabo lehren uns nichts kennen über die Zusätze, welche man bei dem Schmelzen der Erze machte; nur über die mechanische Zubereitung geben sie Aufschluß; sie bestand damals schon im Pochen, Waschen, Mahlen des Erzes. Ueber die fast einzige chemisch-metallurgische Operation, die wir aus jener Zeit kennen, das Feinbrennen des Goldes und Silbers, haben wir schon oben in der Geschichte der analytischen Chemie gesprochen. Außerdem ist die Gewinnung des Quecksilbers aus Zinnober durch Erhitzen mit Eisen hier noch hervorzuheben. Bergbau auf Silber und Gold wurde besonders in Spanien betrieben, auf Blei in Spanien und Gallien, auf Zinn in England; wegen seines Reichthums an Eisenerz war Elba berühmt.

Färbekunst. Die Färbekunst ist von gleich hohem Alter. In den Denkmälern der Aegypter aus den entferntesten Zeiten finden sich in verschiedenen Farben gefärbte Zeuge von Leinen und Baumwolle; Moses erwähnt häufig gefärb-

Färbekunst. ter Stoffe, und zwar auch derselben Farben in verschiedenen Schattirungen. Die Kunstfertigkeit der Phönicier in der Purpurfärberei ist bekannt; auch steht fest, daß sie durch (gefaulten) Urin oder anderes Salz (Natron) die Farben künstlich zu schattiren wußten. Die Aegypter scheinen damit bekannt gewesen zu sein, daß gewisse Solutionen mit Farbestoffen andere, dauerhafte, Farben geben; sie scheinen bereits verschiedene Farben auf demselben Zeuge hervorgebracht zu haben, indem sie zuerst einzelne Stellen mit einer Beize bestrichen und dann das Ganze in Farbe tauchten. Vielleicht auch, daß der Proceß der doppelten Färbung, dessen die israelitischen, griechischen und römischen Schriftsteller erwähnen, nicht zweimaliges Eintauchen in Farbebrühe, sondern Eintauchen in Beize und dann in Farbebrühe bedeutet. — Die Griechen kannten nur wenige Farbestoffe, und weiß, schwarz, gelb und roth waren nach Plinius die von ihren Malern hauptsächlich gebrauchten Farben. Unter den Römern mehrte sich die Zahl der letzteren bedeutend. Als weißer Farbe bediente man sich der Kreide und des Bleiweißes, als schwarzer des Kienrußes; durch Mischung des letzteren mit Eisenoxyd oder Braunstein erhielt man die dunkleren Schattirungen von braun. Als einer kostbaren rothen Farbe auf Zeuge bediente man sich noch zu Plinius' Zeiten des Safts der Purpurschnecke, sonst auch des Krapps. Zu Malereien fanden außerdem rother Ocher, Zinnober und Mennige Anwendung. Gelb malte man mit gelbem Ocher, dem man mit Kreide oder Mennige andere Schattirungen zu geben wußte. Blau mit Indigo oder fein gemahlenem Glase, welches man mit Kupfer gefärbt hatte; die blaue Farbe an antiken Malereien ist auch mitunter durch kobalthaltiges feingemahlenes Glas hervorgebracht. Die grüne Farbe malte man mit Kupferverbindungen, namentlich mit natürlichem kohlensauren Kupfer und Grünspan.

Töpferkunst. In die ältesten Zeiten steigt auch die Erfindung der Töpferkunst hinauf; die erste Verfertigung gebrannter Steine und Töpferwaare wird nicht einmal durch eine Sage angedeutet.

Die Aegypter bereits wußten die Bausteine zu glasiren und feinere Töpferarbeit mit Email farbig zu malen. In Europa zeichneten sich in früher Zeit die Etrusker durch Kunstfertigkeit und verschiedene Farben ihrer Töpferarbeit aus; zu Plinius' Zeiten waren besonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in Jonien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer kunstvollen Töpferwaaren wegen berühmt. Die

Römer kannten keine dem Porzellan entsprechende Thonwaare (vergl. vasa murrhina); wohl aber war die Porzellanfabrikation längst schon den Chinesen bekannt, und auch in den ägyptischen Bauwerken sind einzelne dem Porzellan nahe kommende Gefäße aufgefunden worden.

Glasbereitung.

Die Glasbereitung scheint eine Erfindung der Aegypter zu sein, wenn sie gleich schon im Alterthum den Phöniciern allgemein beigelegt wurde. Allen historischen Nachrichten zufolge ist die Zeit der Entstehung jener ägyptischen Bauwerke, in welchen viele Gefäße von reinem und gefärbtem Glase gefunden wurden, älter als die Periode, in der vorzugsweise die Phönicier mit der Glasbereitung sich beschäftigten; die letzteren scheinen vielmehr anfangs nur den Verkauf des ägyptischen Glases besorgt zu haben, wegen dessen Bereitung Theben berühmt war. Unter den Griechen erwähnt Aristophanes (im 5. Jahrhundert v. Chr.) des Glases zuerst. — Zu Plinius' Zeit begann man in Spanien und Frankreich Glashütten anzulegen; er giebt die Bestandtheile und die Art des Formens durch Blasen genau an; auch erwähnt er der verschiedenen Färbung des Glases.

Darstellung chemischer Präparate.

Nur wenige chemische Präparate wurden von den Alten fabrikmäßig dargestellt. Bei den Aegyptern bereits wurde die Soda im Großen gewonnen, sie gebrauchten sie zum Einbalsamiren; von israelitischen Schriftstellern wird ihrer Anwendung zum Waschen erwähnt. Zu Plinius' Zeiten bereitete man Pottasche durch Auslaugen von Holzasche. Derselbe Schriftsteller erwähnt zuerst der Seife, als einer Erfindung der Gallier, und daß sie aus Fett und Asche bereitet werde. — Sonst fabricirte man noch Bleiweiß, Bleiglätte und Mennige, Grünspan und Vitriol, der schwefelsaures Kupfer und Eisen gemischt enthalten zu haben scheint. Den Zucker gewann man in Indien nur in kleinen Mengen und zum Arzneigebrauche. — Die Stärke wurde besonders von den Griechen dargestellt, durch Auswaschen aus Weizenmehl.

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

Hinsichtlich der technischen Processe, welche auf der Gährung beruhen, war den Alten die Säuerung des Brotes, die Wein- und Essiggährung bekannt (vergl. Gährung im IV. Theile). Die erstere kannten schon die ältesten Israeliten; bei Moses wird ungesäuertes Brot von gesäuertem unterschieden. — Die Entdeckung der Gährung des Mostes wird von den verschiedenen Völkerschaften für eine auch für sie weit entfernte Zeit angegeben; die Griechen legen sie dem Bacchus, die Israeliten dem Noah bei. Zur Zeit der Römer wußte man den Wein auf sehr

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Processe.

verschiedene Art zu behandeln, indem man seine Gährung durch Anwendung niedriger Temperatur verlangsamte oder den Most vorher einkochte u. s. w. Aus Gerste bereiteten schon die Aegypter, später die Germanen und Gallier das Bier. Auch den Honig, mit Wasser verdünnt, wußte man zu Plinius' Zeit in Gährung zu bringen. — Des Essigs wird schon in den Büchern des alten Testaments Erwähnung gethan.

Agricultur.

Die Verbesserung der Aecker durch Dünger beschäftigte die Alten viel; ihre Schriftsteller über den Ackerbau bemühen sich, die verschiedenen Mistarten ihrer Wirksamkeit nach zu classificiren. Auch suchte man damals schon die verschiedenen Bodenarten durch Vermischen mit anderen zu verbessern.

Dieses ist die Entwicklung der technisch-chemischen Kenntnisse bis zur Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung. Die nächsten Jahrhunderte bringen auch für diesen Zweig unserer Wissenschaft keine Erweiterung; während des zunächst folgenden Zeitalters der Alchemie erst breitet sich die Anwendung der Chemie auf die Technik weiter aus.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Metallurgie.

In der Fortsetzung des Bergbaues in den Ländern, wo schon bei den Alten die Erze genutzt worden waren, in dem Aufblühen desselben in Gegenden, wo sich früher keine Spur davon findet, zeigt sich im Zeitalter der Alchemie das Fortbestehen und die Verbreitung metallurgisch-chemischer Kenntnisse. In Spanien beuteten die Araber eifrig die schon früher eröffneten Bergwerke aus; in dem südlichen Frankreich wurde, Urkunden aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts zufolge, in dieser Zeit bereits Bergbau getrieben, und schon früher in Tyrol und Steyermark; in die Mitte des 11. Jahrhunderts gehen die zuverlässigen Nachrichten zurück, welche man über die Existenz von Bergwerken in Nassau hat, und damals bereits waren die schlesischen Hüttenwerke im besten Gange. Während des 12. Jahrhunderts beschäftigte man sich in Böhmen und viel früher schon am

Harz eifrig mit Bergbau. Im 13. und 14. Jahrhundert wurden in den meisten dieser Gegenden für die Förderung und Bearbeitung der Erze rechtliche Bestimmungen eingeführt. Gegen das Ende des 15. Jahrhunderts entdeckte man die Quecksilberbergwerke zu Idria. In England standen die Zinnwerke fortwährend in Flor.

Färbekunst.

Für die Färberei ist aus diesem Zeitalter wichtig die Verbreitung des Gebrauchs der Kermesfarbe durch die Araber an die Europäer und die Benutzung des Orseillefarbestoffes um 1300. Die Entdeckung von Amerika ließ den Indigo in Europa verbreitet werden, und verdrängte den Anbau und die Benutzung des Waids.

Töpferkunst.

In der Töpferkunst wurde die Benutzung der Glasur aus Blei und Zinn allgemeiner; ein Alchemist, Petrus Bonus von Ferrara, und Albertus Magnus erwähnen ihrer zuerst, aber als einer den Töpfern bekannten Sache, in dem Anfange des 13. Jahrhunderts.

Glasbereitung.

Die Kunst der Glasbereitung war gleichfalls im Zunehmen, namentlich zeichnete sich jene Zeit in der Kenntniß der Mittel aus, Farben in Glas einzubrennen; die ältesten Gemälde der Art sind die in der Abtei zu St. Denis in Frankreich aus dem 12. Jahrhundert. — Der Glasspiegel geschieht zuerst 1279 durch Johannes Pekham, einen englischen Franciscaner († 1292) Erwähnung; lange waren sie nur mit Blei belegt, verdrängten indeß doch bald die bis dahin gebräuchlich gewesenen Metallspiegel.

Darstellung chemischer Präparate.

Unter den chemischen Präparaten, deren Darstellung damals fabrikmäßig betrieben wurde, ist der Alaun wichtig. Geber erwähnt Alauns von verschiedenen Arten; im 13. und 14. Jahrhundert war es vorzüglich das byzantinische Reich, wo Alaun gewonnen und von wo aus er in die anderen Länder Europa's eingeführt wurde. Im 15. Jahrhundert kamen die Alaunwerke in Italien, auf der Insel Ischia, zu Tolfa im Kirchenstaat und zu Volterra in Toscana, in Betrieb; zu derselben Zeit gedenkt Basilius Valentinus bestehender Alaunsiedereien in Ungarn, Böhmen und Sachsen. Zinkvitriol wurde im 14. Jahrhundert in Kärnthen gesotten, und im folgenden spricht Basilius von den Vitriolwerken in dem südlichen Tyrol, in Ungarn und am Harz. —

Branntweinbrennerei.

Der Branntwein, dessen Gebrauch noch im 14. Jahrhundert nur in der Medicin stattfand, wurde bereits im folgenden ein unter dem Volke viel verbreitetes Getränk, und gegen das Ende desselben scheint man bereits seine Darstellung aus Getreide gekannt zu haben.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der medicinischen Chemie.

Metallurgie. Die Metallurgie war abermals derjenige Theil der technischen Chemie, in welchem auch während dieses Zeitalters vorzugsweise Fortschritte gemacht wurden. Die Probirkunst wurde systematisch behandelt von Agricola, der zugleich die chemische Vorbereitung der Erze, das Rösten und Brennen, genau beschrieb; zu seiner Zeit auch lernte man viele Nebenproducte metallurgischer Operationen, die man bis dahin verloren gehen ließ, weiter verwerthen; am Harz fing man an, den bei dem Rösten entweichenden Schwefel zu gewinnen, und den bei dem Schmelzen zinkhaltiger Erze sich bildenden Ofenbruch für die Messingbereitung zu nützen. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts machte man auch in Sachsen die Entdeckung, aus kobalthaltigen Erzen die blaue Glasfarbe zu bereiten. In den peruanischen Silberbergwerken führte um 1570 der Spanier Velasco den Amalgamationsproceß ein, der in Mexico schon mehrere Jahre früher in Anwendung gekommen war; ihn verbesserte im Anfange des 17. Jahrhunders Alonso Barba.

Färbekunst. In der Färbekunst wurden der Indigo und die Cochenille immer allgemeiner eingeführt, so sehr auch verschiedene Landesregierungen, besonders in Deutschland, den Gebrauch des ersteren zu verhindern suchten, indem dadurch dem Anbau des Waids Abbruch geschah. Der Holländer Drebbel[1]) bemerkte 1639 die schöne hochrothe Farbe, welche Cochenille von Zinnauflösung annimmt, und führte den Gebrauch der letzteren in die Färbereien ein; seine Methode der Scharlachfärberei wurde 1643 durch einen andern Holländer, Kepler, in England eingeführt, und zu einem wichtigen Industriezweige. Der Venetianer Johann Ventura Rosetti sammelte seine Erfahrungen über die Färbekunst, die er sich durch lange Reisen erworben hatte, und publicirte sie 1540 als das erste Compendium dieser Kunst unter

[1]) Cornelius Drebbel, geboren zu Alkmar in Holland 1572, war ein reicher Landwirth, der sich viel mit Naturwissenschaften und Mathematik beschäftigte. Kaiser Ferdinand II. ernannte ihn zum Informator seines Prinzen, welche Stelle er bis 1620 bekleidete. Er ging hierauf nach London, wo er 1634 starb.

dem Titel: Plieto dell' arte de' tentori. Glauber machte viele für die Färbekunst. Färbekunst wichtige Beobachtungen, so über die purpurrothe Schattirung der Cochenillefarbe durch Kali, die scharlachrothe durch Säure, die gelbe Färbung animalischer Substanzen durch Salpetersäure, die Anwendung der Eisensolution als einer Beize bei der Schwarzfärbung des Leders, der Wolle, der Leinwand und des Holzes. Daß der Alaun um die Mitte des 16. Jahrhunderts bei den Färbern als Beizmittel in verbreiteter Anwendung stand, bezeugt auch Palissy.

Die Töpferkunst erhielt Erweiterungen mannichfacher Art. Durch Töpferkunst. Agricola wurden viele hierhergehörige Verfahrungsweisen bekannter; er wußte, daß nicht allein Zinn und Blei zusammen eine gute Glasur geben, sondern daß die Bleiglätte auch für sich mit unschmelzbarem Thon sich zu Glasur vereinigt. Besonders zeichnete sich aber in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in dieser Beziehung Palissy [1]) aus. In seinen Schriften l'Art de terre und des terres d'argile verbreitete er seine durch die mühsamsten und ausdauerndsten Arbeiten gewonnenen Kenntnisse über die Einschmelzung von Farben auf gebrannte Gefäße, über die verschiedene Güte der verschiedenen Thonarten zum Anfertigen der letzteren, und über die Bereitung der Fayence.

Die Kunst der Glasbereitung verbreitete sich nach England, wo 1557 Glasbereitung. zu London, und nach Schweden, wo 1641 die erste Glashütte angelegt wurde; die blühendsten Glasfabriken während des 16. Jahrhunderts waren die venetianischen zu Murano. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts lebte Antonio Neri, ein Priester, aus Florenz gebürtig, der sich auf seinen Reisen in Italien und den Niederlanden viele Erfahrungen hinsichtlich der Glasbereitung erworben hatte, die er in seiner Schrift de arte vitraria niederlegte. Ein englischer Arzt, Christoph Merret, vermehrte den

[1]) Bernard Palissy ist nach Einigen 1499, nach Anderen 1515 zu La Chapelle-Biron, einem kleinen Dorfe in Perigord, geboren. Von 1544 an beschäftigte er sich hauptsächlich mit der Aufsuchung der Methoden, in Email auf gebrannte Waaren zu malen. Als Protestant wurde auch er 1560 verfolgt, zu Bordeaux eingekerkert, und nur gerettet durch die Fürsprache des Connetable von Bourbon bei der Königin Maria von Medicis. Aus Dankbarkeit schloß er sich dem Hofe der letzteren an. Er starb 1589. Seine verschiedenen oben genannten Schriften publicirte er in dem Zeitraume von 1557 bis 1580, vollständig wurden sie herausgegeben 1777 durch Faujas de Saint-Fond und Gobet, 1844 durch Cap.

Werth dieses Werkes, das er 1681 neu herausgab, durch zahlreiche eigene Beobachtungen.

Darstellung chemischer Präparate.

Die fabrikmäßige Gewinnung chemischer Präparate dehnte sich auf viele Stoffe aus, die bis zu diesem Zeitalter nur wenig im allgemeineren Gebrauch waren. Der Zinnober wurde im 16. Jahrhundert vorzüglich zu Venedig im Großen bereitet, die Fabrikation des Bleiweißes war allgemein bekannt, Alaun- und Vitriolsiedereien wurden an vielen Orten neu angelegt. Die Gewinnung des Scheidewassers scheint schon im 16. Jahrhundert allgemeiner bekannt gewesen zu sein; Betrüger wendeten es häufig an, um Münzen zu eigener Bereicherung durch Waschen leichter zu machen. Glauber zeigte die große Aehnlichkeit der Säure, die man bei der trockenen Destillation des Holzes bekommt, mit der Essigsäure, und den mannichfaltigen Gebrauch, den man von der ersteren machen kann, und gab bessere Anleitung zur Gewinnung des Salpeters.

Branntweinbrennerei.

Der Genuß des Branntweins verbreitete sich immer mehr unter alle Volksklassen und in alle Länder. In dem 16. Jahrhundert wurde er noch in großer Menge von Italien nach Deutschland eingeführt, obgleich dem Genuß desselben in verschiedenen Theilen des letzteren Reiches, in Hessen, Frankfurt und Celle, Gesetze zu steuern versuchten. Ebenso erfolglos wie diese waren indeß die Verordnungen in Sachsen, Branntwein nur aus Wein, nicht aus Getreide zu brennen. Die Einführung des Branntweins begünstigte insbesondere der allgemeine Glaube, daß er ein heilsames Mittel gegen die meisten Krankheiten sei. So wurde gegen 1570 sein Verbrauch in Schweden verbreitet, wo man ihn als Präservativ gegen die Pest dem Volke zuerst bekannt machte. Viele Anleitungen zur Gewinnung des gebrannten Wassers erschienen in diesem Zeitalter; Glauber erleichterte sie noch dadurch, daß er die Destillation außer in metallenen auch in wohlfeileren hölzernen Gefäßen vornehmen lehrte.

Agriculturchemie.

Für die Agriculturchemie war Palissy thätig. In einer Schrift de la marne bespricht er den Gebrauch des Mergels zur Verbesserung des unfruchtbaren Bodens. In einer andern, des sels divers et du sel commun, stellte er zuerst die Behauptung auf, daß der Dünger nur durch seinen Gehalt an löslichen Salzen den Boden verbessere, und daß der Boden durch fortgesetzten Anbau unfruchtbar werde, weil ihm dadurch alle Salze (löslichen Stoffe) entzogen werden.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der phlogistischen Theorie.

Während dieses Zeitalters gewinnt die ganze Technik neue Bereicherungen durch die Anwendungen, welche die Chemiker von ihrer Wissenschaft auf sie machen. Von Boyle, Becher und Kunkel an bis zu Bergman interessiren sich die ausgezeichnetsten Chemiker für praktische Benutzung ihrer neugewonnenen Ansichten. — Auf eine Unterscheidung der Chemie in reine und angewandte drang 1764 Andreas Johann Retzius, Professor zu Lund; 1757 hatte Gottfried August Hoffmann seine »Chemie zum Gebrauch des Haus-, Land- und Stadtwirths, des Künstlers, des Manufacturiers, Fabrikanten und Handwerkers« publicirt. Dies war das erste Compendium einer technisch-ökonomischen Chemie.

Metallurgie.

Die metallurgische Chemie änderte verhältnißmäßig am wenigsten ihren Charakter. Die alten Verfahrungsweisen wurden großentheils ungeändert beibehalten; die einzelnen Vorschläge zu Verbesserungen, welche in der ersten Zeit dieser neuen Periode gemacht wurden, sind nicht bedeutend genug, daß hier eine ausführlichere Aufzählung derselben nöthig wird. Die beste Zusammenstellung der seiner Zeit in den metallurgischen Operationen gebräuchlichen Verfahrungsweisen gab Schlüter in seinem »gründlichen Unterricht von Hüttenwerken« 1738. Von großer Wichtigkeit waren noch die Arbeiten eines Sven Rinmann's in Schweden, der mit großem Erfolg die Fortschritte der Chemie für die Hüttenwerke und Metallfabriken zu benutzen suchte; eine ausgezeichnete Anleitung zur Eisenbereitung gab er 1782. In ähnlicher Weise nützte nach ihm in Schweden Gahn; Bergman untersuchte mit Erfolg den Unterschied des Gußeisens vom Stahl und vom Schmiedeeisen, und die Ursachen der verschiedenen Güte des letzteren. Das bisher stets geheimnißvoll betriebene praktische Verfahren, Eisen in Stahl zu verwandeln, hatte Réaumur[1]) schon 1722 in Frankreich gelehrt, auch

[1]) René Antoine Ferchault de Réaumur war zu Rochelle 1683 geboren. Er genoß hier seinen ersten Unterricht, und studirte dann in dem Jesuitencollegium zu Poitiers. Nachdem er sich später einige Zeit zu Bourges aufgehalten

Metallurgie. die Art, wie man Eisenblech verzinnt, gezeigt, und 1726 die Darstellung des Gußeisens verbessert. Duhamel erläuterte 1764 die Messingfabrikation; Hellot stellte 1756 die Grundsätze, wonach die Metalle aus den Erzen geschieden werden müssen, zusammen. Zur Prüfung der Erze erschienen Anleitungen in Menge. Den Amalgamationsproceß führte Born 1785 in den ungarischen Silberwerken ein.

Färbekunst. Für die Färbekunst wurde besonders wichtig die Entdeckung des Berlinerblau's (1710). Den Färbeproceß auf chemische Grundsätze zurückzuführen, bemühte man sich bald; die berühmtesten Chemiker beschäftigten sich damit. G. E. Stahl schrieb schon 1702 seine Adnotationes ad artem tinctoriam fundamentalem und 1703 seine »Vollkommene Entdeckung der Färbekunst«; Hellot gab 1740 die erste chemische Theorie des Färbeprocesses; Macquer publicirte 1763 seine technisch-chemische Schrift: l'art de la teinture en soye.

Töpferkunst. Die Töpferkunst wurde insbesondere erweitert durch erfolgreiche Versuche zur Darstellung des Porzellans. In Deutschland entdeckte Böttticher in Sachsen das Geheimniß der Porzellanbereitung 1709, und im folgenden Jahre wurde die Fabrik in Meißen eingerichtet. Wissenschaftlicher war der Weg, auf welchem Réaumur (1727—1730) die Bereitung des Porzellans zu erforschen suchte; er erkannte, daß sie auf einer Vermengung zweier verschiedener Erdarten beruht, wovon die eine unschmelzbar ist, die andere aber in hoher Temperatur schmilzt, die erstere einhüllt, und mit ihr eine feuerbeständige, durchscheinende Masse bildet. Seine Arbeiten nahmen 1758

---

und hier hauptsächlich mit Physik und Mathematik beschäftigt hatte, kam er 1703 nach Paris. 1708 trat er in die Akademie als Eleve des Mathematikers Varignon; seine ersten Untersuchungen betrafen vorzüglich einzelne Theile der Geometrie. Später beschäftigte er sich hauptsächlich mit naturhistorischen Forschungen, welche Anwendungen für die Praxis erlauben; so über die Seethiere, welche sich an feste Körper anhängen, über den Saft der Purpurschnecken, über die Stärke gedrehter Seile, und ähnliche Gegenstände. Für sein Werk über Stahlbereitung ward ihm von dem Herzog von Orleans, damaligem Regenten von Frankreich, eine Pension von 12000 Livres, die Réaumur auf die Akademie übertragen ließ, und zur Aufmunterung des Gewerbfleißes bestimmte. Er starb 1756. Seine meisten Schriften erschienen in den Memoiren der Pariser Akademie; von den selbstständig publicirten nennen wir hier: l'Art de convertir le fer forgé en acier (1722, 2. Aufl. 1770) und Nouvel art d'adoucier le fer fondu et de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé (1762).

Lauraguais, d'Arcet und Legay wieder auf, und suchten in Frankreich die richtigen Bestandtheile zu finden, aus welchen sich nach Réaumur's Ansichten Porzellan bereiten lasse; durch ihre und Macquer's Bemühungen erreichte man dieses Ziel, und in der Fabrik zu Sèvres fertigte man von 1769 an ächtes Porzellan. — Bessere Anweisung zur Verfertigung anderer feuerfester Thongefäße gab vorzüglich Pott. Töpferkunst.

Mit der Glasbereitung beschäftigte sich im Anfange dieses Zeitalters besonders Kunkel, der nach vielfachen eigenen Erfahrungen Neri's und Merret's Schriften in seiner Ars vitraria experimentalis 1689 commentirte. Réaumur entdeckte die Umwandlung des Glases in das nach ihm benannte Porzellan 1727. Glasbereitung.

Immer größer wurde die Zahl der chemischen Präparate, welche man zu allgemeinerem Bedarf fabrikmäßig darstellte. Nach Boyle's Aussage waren zu seiner Zeit bereits Scheidewasserbrennereien im Großen in Gang. Die fabrikmäßige Gewinnung des Vitriolöls aus Eisenvitriol beschrieb zuerst öffentlich ein Deutscher, Johann Christian Bernhard, 1755; diejenige aus Schwefel besprach zuerst der Engländer Dossie 1758 in seinem Elaboratory laid open. Die Bereitung der Säuren und die zweckmäßige Benutzung der Nebenproducte lehrte vorzüglich noch der Franzose Demachy [1]; seine Schrift: l'Art du distillateur des eaux fortes (1773) wurde berühmt, und auch in Deutschland durch Hahnemann's Bearbeitung („der Laborant im Großen") sehr bekannt. — Zur vortheilhafteren Gewinnung des Salpeters gab Stahl 1698 gute Anleitung. — Ein neuer wichtiger Fabrikationszweig entwickelte sich von 1710 an durch die Entdeckung des Berlinerblau's. Die Gewinnung des Alauns auf richtige Darstellung chemischer Präparate.

[1] Johann Franz Demachy war 1728 zu Paris geboren, wo er auch seine Studien machte. Unter Rouelle hörte er Chemie, zugleich beschäftigte er sich viel mit schöner Literatur. Er widmete sich der Pharmacie, und wurde in der Apotheke des Hôtel-Dieu angestellt. Später wurde er Oberapotheker im Militairhospital von St. Denys, dann Director der Apotheken sämmtlicher Civilhospitäler in Paris. Auch bekleidete er die Stelle eines königlichen Censors. Er starb 1803. Von seinen Schriften sind noch als wichtig zu nennen: Instituts de chymie ou principes élementaires de cette science (1766); Procédés chymiques, rangés méthodiquement et définis (1769); Manuel du pharmacien (1788). Auch machte er sich verdient durch die Uebersetzung guter deutscher Werke aus dem Gebiete der Chemie; so erschien von ihm eine Uebertragung von Juncker's Conspectus chemiae (1757), von Pott's (1759) und von Marggraf's (1762) gesammelten Abhandlungen.

Darstellung chemischer Präparate.

Grundsätze zurückzuführen, bemühte sich Bergman. Vorzüglich aber war Duhamel thätig, in die Darstellung chemischer Fabrikate ein rationelleres Verfahren einzuführen; zur Bereitung des Salmiaks gab er 1735 Anleitung, zu der des Leims 1771, des Stärkemehls 1775, der Seife 1777 u. a. Für die Zuckerfabrikation bereitete Marggraf's Entdeckung des Runkelrübenzuckers (1745) eine neue Epoche vor. — Schon vor 1780 begannen mehrere Chemiker und Fabrikanten ihre Aufmerksamkeit der Darstellung der Soda aus dem Kochsalz zuzuwenden, ohne jedoch damals schon ein genügendes Resultat zu erhalten.

Agriculturchemie.

Die Agriculturchemie entwickelte sich langsam. In Frankreich suchte Réaumur 1730 die Merkmale der in Beziehung auf ihre Fruchtbarkeit verschiedenen Erdarten anzugeben. Dieser Gegenstand, und wie man durch Mischung verschiedener Erdarten die Fruchtbarkeit des Bodens steigern könne, wurde von mehreren Akademien in Frankreich als Preisfrage gestellt; so von der (1714 gestifteten) Akademie zu Bordeaux 1758 und 1765, so von der (1706 gestifteten) Societät zu Montpellier 1769, welche letztere eine Arbeit von Bergman (sie trägt in der lateinischen Sammlung seiner Schriften den Titel de terris geoponicis) 1771 des Preises würdig erkannte. Das Interesse für solche Untersuchungen war in Schweden hauptsächlich durch Wallerius geweckt worden, der von 1730 an chemische Forschungen in Anwendung auf die Agricultur anstellte; am bekanntesten wurde seine Schrift Agriculturae fundamenta chemica (1761), wo er bereits die Grundsätze des Feldbaues auf die Vergleichung der Bestandtheile in den Pflanzen mit den Bestandtheilen des Bodens, worauf sie wachsen, zu stützen suchte.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen.

Kurze Andeutungen können wir hier nur über die Fortschritte der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Untersuchungen geben, wenn nicht die Darstellung derselben ein durch seine Länge ermüdendes Register einzelner Entdeckungen sein soll. Wir wollen den Einfluß der

quantitativen Untersuchungsweise auf die technische Chemie und die hauptsächlichsten Leistungen, welche in den ersten Jahren dieses Zeitabschnittes vorkommen, kurz besprechen.

Verhältniß der Chemie zur Technik im Anfange dieses Zeitalters.

Das Bedürfniß, die Chemie mit der Technik inniger zu vereinigen, machte sich zu der Zeit, wo unsere Wissenschaft durch Lavoisier die letzte große Umgestaltung erhielt, in den verschiedenen Ländern auf verschiedene Weise fühlbar. In England hatte ein ausgezeichneter Gewerbsfleiß, ein großer praktischer Scharfsinn eine Menge einzelner chemisch-technischer Verfahrungsweisen empirisch erkennen lassen, mehr fast, als die theoretische Chemie in ihrem damaligen Zustande genügend erklären konnte. Viele praktische Vorschriften zu chemisch-technischen Processen waren bekannt, allein ein theoretisches Verständniß derselben selbst in beschränkterem Umfange war nur wenig verbreitet. Vorzügliches Verdienst schrieben deßhalb die Engländer denjenigen ihrer Chemiker zu, welche, nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, die Chemie von einer gewerbsmäßigen Betreibung zu einer wissenschaftlichen Behandlung erhoben. — In Frankreich hatten seit längerer Zeit bereits ausgezeichnete Chemiker sich mit einzelnen Theilen der Technik beschäftigt, und über die hier statthabenden Vorgänge sich genauere theoretische Kenntniß erworben, ohne daß indeß dieses theoretische Verständniß zu besserer und allgemeiner praktischer Ausführung vielen Anlaß gegeben hätte, und es bedurfte der einflußreichen Chemiker, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich thätig waren, um die wissenschaftliche Kenntniß der chemischen Operationen in ihrer ganzen Wichtigkeit für die Praxis geltend zu machen. — In Deutschland wandten die Chemiker fortwährend der Technik ihre Aufmerksamkeit zu (als eins der besseren Lehrbücher aus jener Zeit nenne ich hier J. Fr. Gmelin's Anfangsgründe der ökonomischen und technischen Chemie, 1784), und die Technologen sahen ihrerseits gleichfalls die Nothwendigkeit immer mehr ein, die Chemie den hauptsächlichsten Grundlagen ihres Wissens beizuzählen; in dieser Beziehung verdient noch vorzüglich das Streben Beckmann's, des eigentlichen Begründers der Technologie als einer besonderen Wissenschaft, Anerkennung.

Zwei große Erscheinungen treten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zusammen, um den Einfluß der Chemie auf die Technik zu vergrößern, um alle Hülfsmittel darzuthun, welche die Chemie der Technik bieten kann. Es waren dies einerseits die plötzlichen und dringenden Anforderungen, welche in Frankreich an die wissenschaftliche Chemie gestellt wurden,

um eine Menge bis dahin in diesem Lande unbekannter Industriezweige zu schaffen, andererseits die Reform in der Theorie der Chemie, welche alle chemischen Vorgänge richtiger beurtheilen und mit größerer Sicherheit die theoretisch erkannten Verfahrungsweisen praktisch ausführen ließ.

Einfluß der quantitativen Untersuchungsweise.

Vorzügliche Fortschritte wurden für die technische Chemie dadurch veranlaßt, daß die quantitative Untersuchungsweise, welche bald überall durchzuführen man bemüht war, auch in ihr Anwendung fand. Genauer als je wurde nun der Gehalt der zu verarbeitenden Substanzen an wirksamen Bestandtheilen bestimmt, sorgfältiger die Menge des fabrikmäßig erhaltenen Products mit derjenigen verglichen, welche nach der rein wissenschaftlichen Betrachtung sich herausstellen müßte. Die Fehler der Operationen wurden so ermittelt, und größere Sicherheit in alle auf chemischen Grundsätzen beruhende Verfahrungsweisen der Technik gebracht.

Diese Richtung bethätigt sich auch schon in den ersten Leistungen der Chemiker für die technische Chemie im Anfange unseres Zeitalters. Lavoisier, nachdem er die Theorie des wichtigsten chemisch-technischen Hülfsmittels, der Verbrennung, richtiger erkannt hatte, suchte auch dafür die quantitativen Bestimmungen genauer zu geben; seine Arbeit über den Werth verschiedener Brennmaterialien in Beziehung auf die Hitze, welche gleiche Gewichte von ihnen geben (1787), verdient hier Erwähnung. In gleicher Beziehung arbeitete er über viele Theile der angewandten Chemie, über die Prüfung der Salpetererde auf ihren Gehalt (1777, 1792) und Aehnliches. — Die genaue Ausmittlung der rohen Stoffe an wirksamen Bestandtheilen suchte man den Fabrikanten zugänglicher zu machen; Decroizille's Methode für solche Bestimmungen, 1789 zuerst an der Prüfung der Bleichflüssigkeit durch Indigolösung gezeigt, verdient hier Erwähnung.

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Die fabrikmäßige Darstellung einzelner Substanzen wurde sicherer gemacht durch genaue Ermittlung ihrer Bestandtheile, so die des Stahls durch Berthollet, Vandermonde und Monge's Versuche über die verschiedenen Zustände des Eisens (1786), so die des Alauns durch Vauquelin und Chaptal's [1]) Arbeit (1790), welche das Kali als einen noth-

[1]) Jean Antoine Chaptal war 1756 zu Nozaret im Departement der Lozère geboren; er studirte Arzneikunde und Naturwissenschaften, und wurde Professor der Chemie und praktischer Arzt zu Montpellier. 1791 fand er zuerst Gelegenheit, sich durch seinen Patriotismus bei der Bestürmung der Citadelle von

wendigen Bestandtheil jenes Körpers darthat, u. a. Neue Fabrikationszweige wurden mit den günstigsten Resultaten versucht; die künstliche Bereitung der Soda nach dem Leblanc und Dizé'schen Verfahren (1794) muß als vorzüglich wichtig hervorgehoben werden. Andere Fabrikationszweige, deren Begründung schon früher stattgefunden hatte, wurden jetzt erst in größerem Maßstabe und mit mehr Erfolg betrieben; so die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben, zur Zeit des Anfangs unseres Jahrhunderts hauptsächlich durch Achard's Bemühungen. Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

Dieselben Resultate, welche man früher nur durch weitläufige Verfahren erlangen konnte, lernte man bald durch schneller und sicherer wirkende Mittel ersetzen. Von welchem Einflusse auf das ganze Gewerbswesen war Berthollet's Anleitung zur Benutzung der bleichenden Kraft des Chlors (1795), von welcher Wichtigkeit für die sichere Darstellung reiner Präparate Lowitz's Entdeckung der entfärbenden Kraft der Kohle (1786). Die meisten chemischen Entdeckungen, viele rein wissenschaftliche Arbeiten, gaben zu neuen Verfahrungsweisen in der Technik Anlaß, oder lehrten schon früher bekannte besser verstehen und erfolgreicher anwenden; wie wichtig wurde z. B. für die Färbekunst Vauquelin's Entdeckung des Chroms (1797); wie wichtig für viele Gewerbszweige Wollaston's Bemühungen, das Platin zu Gefäßen anzuwenden (seit 1800); wie wichtig für die Schwefelsäurefabri-

---

Montpellier auszuzeichnen. Besondere Thätigkeit entwickelte er, als ihm 1793 die Direction der Pulverfabriken anvertraut wurde, die er indeß nicht lange verwaltete. Von 1794 bis 1798 lebte er wieder als Professor zu Montpellier; im letzteren Jahre wurde er Berthollet's Nachfolger als Lehrer an der École des arts und Mitglied des Nationalinstituts. Im folgenden Jahre wurde er Staatsrath, 1800 Minister des Innern, welche Stelle er bis 1804 bekleidete. Nachher wurde er zum Mitglied des Erhaltungssenats, von Napoleon auch zum Grafen von Chanteloup ernannt. — Während der Regierung der 100 Tage wurde Chaptal abermals in das Ministerium berufen; nach Napoleon's letztem Sturze trat er in den Privatstand zurück, bis ihn Ludwig XVIII. 1819 zum Pair von Frankreich ernannte. Er starb 1832. — Mehr als für die reine Chemie (seine Eléments de chymie erschienen zuerst 1790 [deutsche Uebersetzung 1791—1805], die 4. Auflage 1803) hat Chaptal für die angewandte gearbeitet; ausgezeichnet auf die Entwicklung der chemischen Technologie wirkten, außer vielen kleineren Arbeiten, seine Schriften: Le perfectionnement des arts chymiques en France (1800), La Chymie appliquée aux arts (1807, deutsche Uebersetzung 1808) und De l'industrie française (1819); für die rationellere Behandlung des Ackerbaues wirkte er durch seine Chymie appliquée à l'agriculture (zuerst 1823, 2. Aufl. 1829).

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

kation Clement und Desormes' Arbeit (1806) über die Wirkung des Stickoxyds bei der Bereitung dieser Säure; wie wichtig für die Seifenfabrikation Chevreul's Untersuchungen über die Fette (von 1813 an); welchen Einfluß hatten die chemischen Untersuchungen über die Bildung der Essigsäure, über die Natur des hydraulischen Mörtels, über die Gase, welche zur Beleuchtung dienen u. s. w. auf die schnellere oder zweckmäßigere Bereitung und Anwendung dieser Körper.

Alle Theile der chemischen Technologie wurden mit dem größten Eifer von dem Anfange unseres Zeitalters an bearbeitet. Für die Färbekunst arbeitete Berthollet (l'art de teinture 1791), und schrieb Bancroft seine experimental researches, concerning the philosophy of permanent colors (1794). Ueber die Weinbereitung schrieb Fabbroni sein Werk: dell' arte di fare il vino (1787). Durch chemische Untersuchungen über die Nahrungsmittel zeichnete sich Parmentier [1]) aus, welchem auch viele einzelne Fabrikationszweige Ausgezeichnetes verdanken; die chemische Technologie als Ganzes bearbeiteten die gleichfalls auch um viele einzelne Gewerbe hochverdienten Gelehrten Chaptal und Hermbstädt [2]) — Senebier,

---

[1]) Antoine Augustin Parmentier, geboren 1737 zu Montdidier, kam als Apotheker nach Paris, wo er sich bald durch wichtige chemisch-technische Untersuchungen berühmt machte. Besonderes Verdienst erwarb er sich um die französische Armee durch eine bessere Einrichtung der Feldapotheken. Als Generalinspector dieser Einrichtungen starb er 1813.

[2]) Sigismund Friedrich Hermbstädt war 1760 zu Erfurt geboren; auf dem Gymnasium und der Universität seiner Vaterstadt erhielt er seine Ausbildung und begann das Studium der Arzneiwissenschaft. Er beschäftigte sich außerdem noch vorzüglich mit Chemie, und bildete sich hierin noch mehr in Langensalza aus, wo er als Gehülfe Wiegleb's einige Zeit lebte. Später übernahm er eine Apotheke in Berlin, und setzte seine Studien an der dortigen medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt fort; an diesem Institut wurde er 1791 zum Professor der Chemie und Pharmacie ernannt. Seine amtliche Thätigkeit erweiterte sich bald noch durch seine Anstellung in dem Obersanitätscollegium und in den obersten Behörden für medicinische und technologische Angelegenheiten; als Lehrer der Chemie wirkte er noch an der allgemeinen Kriegsschule, dem Bergwerks-Eleven-Institut, und 1819 wurde er ordentlicher Professor der Chemie und Technologie an der Berliner Universität. Er starb 1833. — Hermbstädt war einer der ersten unter den Chemikern, welche in Deutschland Lavoisier's Ansichten sich anschlossen und sie durch Uebersetzungen der Schriften des letztern und durch eigene Werke zu verbreiten suchten; sein »Systematischer Grundriß der allgemeinen Experimentalchemie« erschien zuerst 1791 — 1793 in 4 Bänden (die 3. Aufl. 1823). Außerdem zeichnete er sich besonders aus durch

Ingenhouß, A. v. Humboldt, Th. v. Sauſſure, H. Davy, Chaptal, Hermbſtädt, Einhof, Schübler waren für die Agriculturchemie thätig, zum Theil ihren Unterſuchungen dieſen Theil der angewandten Chemie zum unmittelbaren Gegenſtand gebend, zum Theil durch rein phyſiologiſch-chemiſche Forſchungen eine vermehrte Anwendung der Chemie auf den Ackerbau vorbereitend. Wichtigſte technisch-chemiſche Leiſtungen.

Die vorhergehenden Mittheilungen geben Aufſchluß über die Fortſchritte der angewandten Chemie, über den Einfluß, welchen unſere Wiſſenſchaft auf das ganze Gewerbsweſen ausgeübt hat, bis etwa zu dem Anfange unſeres Jahrhunderts; ſie nennen die Gelehrten, welche die Anwendung der Chemie auf die Künſte und Gewerbe mit vorzüglichem Erfolg verſucht haben. Wir ſetzen dieſe Aufzählung nicht weiter fort, da dies uns unmittelbar in die Beſtrebungen der Gegenwart hineinführen müßte, die ihrerſeits in zu raſchem Vorandrängen begriffen ſind, als daß ſich ein Anhaltspunkt zu allgemeinerer Betrachtung ergeben könnte. Der Zuſammenhang zwiſchen Chemie und Technik in der Innigkeit, wie er gegenwärtig ſtatthat, iſt zu neu, als daß ſich die Reſultate dieſer Vereinigung ſchon jetzt auf eine befriedigende Art hiſtoriſch darſtellen ließen. Eine ſpätere Geſchichtſchreibung kann erſt die Ergebniſſe unter einem allgemeineren Geſichtspunkte zuſammenſtellen, welche aus der Ueberzeugung unſerer Zeit von der nothwendigen Baſirung der Technik auf wiſſenſchaftliche chemiſche Kenntniſſe hervorgehen.

Wir haben jetzt die verſchiedenen einzelnen Zweige unſerer Wiſſenſchaft, die analytiſche, die mineralogiſche, die pharmaceutiſche, die angewandte Chemie, durchgegangen, welche ſich in einer gewiſſen Abgeſchloſſenheit entwickelten, ſo daß eine beſondere Beſprechung für ſie nöthig war. Der Einfluß

ſeine Bemühungen, die Kenntniß der chemiſchen Technologie zu verbreiten; ſowohl durch Schriften über einzelne Gegenſtände, wie über die Färbekunſt (zuerſt 1802), die Bleichkunſt (1804), die Gerberei (1805—1807), die Seifenſiederei (1808), den Runkelrübenzucker (zuerſt 1809), die Branntweinbrennerei (zuerſt 1817), die Tabaksfabrikation (1822), die Bierbrauerei (1826) und viele andere, als auch durch Abfaſſung großer Lehrbücher (Grundſätze der Technologie 1816—1825, Grundriß der Technologie 1830—1831 u. a.), die Redaction verſchiedener technologiſcher Journale, und die Ueberſetzung vieler techniſch-chemiſcher Schriften.

Wichtigste technisch-chemische Leistungen.

dieser einzelnen Zweige hat sich immer mehr vergrößert, so daß einige davon jetzt eine selbstständige Behandlung erfordern, und in ihrer ganzen Ausdehnung kaum mehr nur als eine einzelne Richtung der Scheidekunst betrachtet werden können. Diese einzelnen Richtungen wurden zeitweise bearbeitet, ohne daß Erweiterung der chemischen Kenntnisse zunächst als Zweck vorausgesetzt war, aber auch in den Zeiten, wo dies der Fall war, schloß das Voranschreiten jeder dieser Richtungen ein Voranschreiten der Chemie in sich. Der Betrachtung dieser verschiedenen Zweige der Chemie wollen wir hier anhangsweise die Geschichte einer Richtung beifügen, welche von den vorhergehenden in der Art sich unterscheidet, daß sie in Abnahme, ja in Vergessenheit gekommen ist, während jene ihren Einfluß immer mehr ausbreiteten und jetzt selbstständige Behandlung erfordern, — welche den vorhergehenden Zweigen der Chemie in der Weise sich anschließt, daß auch aus ihrer Bearbeitung den chemischen Kenntnissen reichliche Vermehrung erwachsen ist, obgleich das Ziel der Richtung zunächst nicht chemische Naturforschung war. Diese Richtung ist die alchemistische, zu deren specieller Geschichte wir uns jetzt wenden wollen.

Specielle Geschichte der Alchemie.

Einleitung.

In der allgemeinen Geschichte der Chemie lernten wir Zeitalter kennen, wo unsere Wissenschaft fremden, d. h. anderen als den wahren, Zwecken diente. Es vermischt sich während einer solchen Zeit die Bearbeitung der Chemie mit der Entwicklung anderer geistigen Richtungen. Die geschichtliche Verfolgung dieser letzteren konnten wir in der allgemeinen Geschichte nur für so lang berücksichtigen, als sie für die Ausbildung der Chemie, für den Totalzustand dieser Wissenschaft, von besonderem Einflusse sind; wir mußten davon abstehen, die Art, wie man diese fremden Zwecke zu realisiren suchte, anders zu betrachten, als nur insofern, wie dieses Streben die ganze Chemie für eine bestimmte Zeit charakterisirt.

Wir können die historische Betrachtung, auf welche Art man einen solchen fremden Zweck außerhalb der Zeit, wo er zugleich die Chemie beherrscht, zu erreichen suchte, in diesem Werke übergehen, wenn jener Zweck noch immer einer besonderen Wissenschaft zur Aufgabe gesetzt ist. Niemand wird z. B. hier eine Geschichte der Medicin suchen, obgleich der Zweck der Medicin für ein bestimmtes Zeitalter auch das Ziel ist, welches sich die Chemiker vorgesetzt haben. — Wohl aber müssen wir in diesem Buche weiter ausführen, welche Schicksale das Streben nach solchen Zwecken hat, die, aus der Chemie hervortretend, diese Wissenschaft einst beherrschten, und untergingen, als unerreichbar anerkannt wurden, nachdem sich die Chemie von ihnen losgesagt hatte. Die Richtung, welche durch Verfolgung eines solchen Zweckes bestimmt wird, ist immer noch eine Dependenz der Chemie, auch wenn sie den Totalzustand dieser Wissenschaft nicht

Einleitung. mehr charakterisirt; sie kann zuletzt als Auswuchs der Chemie erscheinen, aber ihre specielle Geschichte darf nicht vernachlässigt werden, wenn die Chemie aller Zeiten im Ganzen wie im Einzelnen geschildert werden soll.

Das hier Gesagte findet vorzüglich Anwendung hinsichtlich der Frage, ob der speciellen Geschichte der Alchemie, der Geschichte der Bestrebungen, unedle Metalle in edle zu verwandeln, hier eine besondere Betrachtung einzuräumen sei. Die allgemeinen Begriffe der Alchemie habe ich bereits im I. Theile (Seite 40 ff.) besprochen, dort indeß nur so viel von diesen Ansichten und ihren Anhängern angeführt, als mit der Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie in näherem Zusammenhange steht. Hier will ich genauer auf dasjenige eingehen, was die Alchemie sonst noch Eigenthümliches hat; es ist dies zwar nicht Alles für die Chemie im Allgemeinen vom unmittelbarsten Einflusse gewesen, aber es schöpfte doch aus der Chemie die erste Veranlassung und blieb mit der Chemie in beständiger Wechselwirkung.

Während elf Jahrhunderten verschmilzt sich die Alchemie mit der wissenschaftlichen Chemie; aus dieser Periode, als dem Zeitalter der Alchemie, habe ich in dem I. Theile bereits Vieles erwähnt. Aber nachdem sich die Chemie einen andern Zweck gesetzt hat, als unedle Metalle in edle zu verwandeln, dauern doch die alchemistischen Richtungen noch fort; bis in den Anfang unseres Jahrhunderts, anderthalb Jahrtausende, dominirt die Alchemie die geistigen Kräfte Vieler. Sie verdient somit wohl eine nähere Beleuchtung, und diese wollen wir hier geben.

Die Eigenthümlichkeit der Alchemie, der Umstand, daß sie Begriffe behandelt und vertheidigt, die uns jetzt sehr fern liegende, oft unbegreifliche sind, macht es nöthig, hier mehr in Einzelnheiten einzugehen, als dies sonst für die historischen Darstellungen dieses Werkes vergönnt und nöthig ist [1]).

---

[1]) Dieselben Gründe veranlassen mich, fast immer die Sache mehr so hinzustellen, wie sie die Alchemisten auffaßten, als wie sie uns jetzt vorkommt. Es gilt dies namentlich für solche Fälle, wo von Metallverwandlung als einer vollkommen constatirten und ausgemachten Sache die Rede ist; der zuversichtliche Ton, in welchem von der Existenz eines Steins der Weisen gesprochen wird, giebt nicht meine Ansicht zu erkennen, sondern nur die Ueberzeugung einer früheren Zeit. Die Darstellung in anderer Weise zu versuchen, wo man jeden Satz mit: die Alchemisten waren überzeugt, daß — man glaubte fälschlich, daß — u. s. w. anfangen müßte, wäre ermüdend und ist unnöthig.

Nur durch die Angabe dieser Einzelnheiten läßt sich ein richtiger Begriff über das Wesen der Alchemie bilden.

Das Material, welches hierzu vorliegt, ist so zahlreich und verschiedenartig, daß zur Sichtung desselben die chronologische Ordnung, wenn sie gleich für den Bearbeiter in anderer Hinsicht die bequemste ist, nicht gewählt werden darf. Um Gleichartiges möglichst zusammenzustellen (eine strenge Durchführung dieses Princips ist indeß auch nicht möglich), will ich zuerst den Ursprung und die Verbreitung der Alchemie, dann ihre hauptsächlichsten Lehren, namentlich über den Stein der Weisen, die Stellung und Verhältnisse der Alchemisten, ihre Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen und endlich den Verfall des Glaubens an Alchemie in besonderen Abschnitten ausführlicher erörtern.

I. Ursprung der Alchemie und Verbreitung derselben bis zu 1700.

Ursprung der Alchemie.

Die Ansicht, daß man aus Körpern, welche kein Gold oder Silber enthalten, durch Kunst diese Metalle hervorbringen könne, findet sich historisch nachweisbar zuerst in dem 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung erwähnt, und dient da schon experimentellen Bemühungen zur Grundlage. Ob sie in dieser Zeit zuerst aufgestellt worden ist, oder ob sie da nur bekannter wurde und zu vervielfältigtem Bestreben nach Verwirklichung Anlaß gab, steht dahin.

Wir müssen von der historischen Kenntniß des Ursprungs der Alchemie, hinsichtlich welcher ich so eben mittheilte, wie weit sie sich zurück verfolgen läßt, die mythischen Angaben über die Entstehung derselben trennen. Wir wissen mit Bestimmtheit nur, daß von dem 4. Jahrhundert an man sich damit abgegeben hat, unedle Metalle in Gold und Silber verwandeln zu wollen, aber Alle, welche dieser Richtung anhängen, stimmen schon von jenem Zeitpunkte an darin überein, den Ursprung ihrer Kunst in eine weit entfernte Zeit zurückzuverlegen. So unsicher und fabelhaft auch ihre Angaben sind, müssen wir ihrer doch hier gedenken, da sie zugleich dazu beitragen, über den geistigen Zustand der Anhänger der Alchemie überhaupt ein Urtheil zu gestatten.

Fabelhafter Ursprung der Alchemie.

Die ältesten Alchemisten rücken das Datum des Ursprungs ihrer Kunst weit vor die Grenze aller historischen Kenntniß hinaus, und zählen sie zu den Geheimnissen, die nur durch übernatürliche Mittheilung den Menschen bekannt werden konnten. So z. B. der später noch zu erwähnende Zosimus, der um 400 lebte und in einem nur in Handschriften existirenden Werke *περὶ τῆς ἱερᾶς καὶ θείας τέχνης τοῦ χρύσου καὶ ἀργυρίου ποιήσιος* sich dahin ausspricht, daß himmlische Wesen, von Liebe zu irdi-

schen Frauen entbrannt, diesen alle ihre Geheimnisse mitgetheilt hätten, worunter auch die Kunst, Gold und Silber künstlich darzustellen, was als Chemie bezeichnet worden sei; eine Sage, welche wahrscheinlich aus der Verdrehung einer Stelle des alten Testaments (6. Kapitel des 1. Buches Moses) hervorging. Fabelhafter Ursprung der Alchemie.

Bald indeß sehen wir andere Ansichten über die Entstehung der Alchemie angenommen, und das Land des Ursprungs der Metallverwandlung wie den Namen des Entdeckers näher angegeben. Die meisten Alchemisten vereinigten sich dahin, aus Aegypten den Ursprung ihrer Kunst herzuleiten, und als ihren ersten Vorgänger erkennen sie einstimmig einen Hermes Trismegistos an. Wie dieser Name in die Mythologie verwebt ist, dürfte es schwer sein, irgend eine haltbare Ansicht über die Existenz dieses Hermes aufzustellen, und auch die Alchemisten selbst geben zu, daß ihrem Stammherrn der griechische Name erst später zugelegt worden sein dürfte. Von Hermes, in einer Beziehung, die auf eine mit Chemie beschäftigte Person schließen lassen dürfte, spricht keiner der Alten. Der Neuplatoniker Jamblichos, um 280 n. Chr., kennt zuerst eine Persönlichkeit dieses Namens. In seiner Schrift über die Mysterien Aegyptens sagt er, nach Seleucus habe Hermes Trismegistos zwanzigtausend Bände über die allgemeinen Principien geschrieben; nach Manethon aber habe er sechsunddreißigtausendfünfhundertfünfundzwanzig Bände über alle Wissenschaften verfaßt. Von 400 n. Chr. wird nun der Name in allen alchemistischen Schriften erwähnt. Tertullian im 2. Jahrhundert schon nennt in ähnlicher Beziehung den lateinischen Namen; ihm ist Mercurius ille trismegistus magister omnium physicorum. Wer war nun der Mann, welchen die späteren Griechen als Hermes und die späteren Lateiner als Mercurius bezeichneten? Hermes Trismegistus.

Die Antworten hierauf sind so verschiedenartig, als die Unbestimmtheit der Sache es immer nur vermuthen läßt, und gerade so ungenügend, wie dies immer da der Fall ist, wo ein abstracter Begriff, wie hier der Erfindungsgeist im Allgemeinen, später im persönlichen Sinne genommen ward, und einzelne Persönlichkeiten, in welchen jener Begriff besonders hervortrat, damit identificirt wurden. Daß Hermes in Aegypten gelebt habe, suchte man durch mannichfache Angaben zu unterstützen. Zu den Mysterien der Priester dieses Landes sollte die Ausübung der Scheidekunst mit gehört haben, wofür Stellen aus dem Diodor namentlich angeführt werden, nach welchem

Hermes Trismegistus.

die Aegypter das Feuer verehrt, in ihm das Princip der Erzeugung und Vollendung aller Dinge anerkannt, und namentlich die Einwirkung desselben auf Metalle gekannt haben sollen; ebenso die Angabe Plutarch's (um 100 n. Chr.), daß Aegypten früher Chemia genannt worden sei, wie denn später umgekehrt die Chemie oder vielmehr Alchemie oft als ägyptische Kunst bezeichnet wurde. — Die Identität des sogenannten Hermes Trismegistus mit irgend einem anderen Aegypter, der bei alten Schriftstellern genannt wird, aufzufinden, war ein ebenso oft versuchtes als stets bestrittenes und vergebliches Unternehmen. Einige wollen darunter einen König Thot oder Theuth verstanden wissen, dessen Zeit um 2700 v. Chr. gesetzt wird. Der letztere Name kommt bei Plato einigemal vor, als der des Erfinders mannichfacher Wissenschaften und Künste, wie Arithmetik, Astronomie und Würfelspiel; auch berichtet Plato, daß die Aegypter diesem Theut die erste Unterscheidung der Vocale von den Consonanten zuschrieben. Aber nirgends findet sich eine Andeutung auf Beschäftigung, welche mit der Chemie im Zusammenhange stände. — Noch weniger Grund ist indeß, unter Hermes einen ägyptischen König Siphoas, 1900 v. Chr., verstehen zu wollen, oder Moses, oder wen sonst unter den in Aegypten Lebenden noch das Schicksal traf, jenes Persönlichkeit auf seine Rechnung nehmen zu sollen. — Andere gingen ganz von der Annahme ab, den Hermes in Aegypten aufzusuchen; man stellte die Vermuthung auf, der Hermes der Alchemisten möge wohl Adam sein, welche Annahme das für sich hat, daß dann ein älterer Alchemist nicht mehr aufgefunden werden kann; Andere glaubten, Chanaan oder Cham sei darunter verstanden, und stützten sich auf die Aehnlichkeit dieser Namen mit dem Worte Chemie und der alten Bezeichnung Aegyptens Chemia. Wenige nur glaubten das hohe Alterthum der Alchemie aufopfern, und in Hermes eine Person ähnlichen Namens aus verhältnißmäßig neuerer Zeit erblicken zu dürfen; Galen, um 100 n. Chr., berichtet nämlich von einem ägyptischen Priester Hermon als dem Entdecker mancher Methoden, Arzneien zu bereiten. Das paßt eher auf einen Anhänger der Alchemie; aber auch von diesem Priester Hermon weiß man nichts Genaueres, und wenn auch sein Name leicht in Hermes übergehen konnte und die Schriften, welche Clemens Alexandrinus (ein geborner Aegypter und etwa 100 Jahre nach Galen lebend) als hermetische anführt, ihm wahrscheinlich angehören, so wissen wir doch von seinem Antheil an der Alchemie soviel wie nichts, da zudem

die Inhaltsangabe des Clemens über jenes Schriften keinen Anhalts- Hermes Trismegistus.
punkt für eine derartige Beziehung bietet.

Ich mußte bei diesem Hermes etwas länger verweilen, da die Ansichten über ihn zu den wesentlicheren der Alchemie gehören, die auch von ihm noch die Bezeichnung der hermetischen Kunst trug; wie denn an seinen Namen auch jetzt noch einige Kunstausdrücke, z. B. hermetischer Verschluß und ähnliche, erinnern. Ein genügendes Resultat ist bei dieser Untersuchung nicht zu erlangen; die Nachrichten über den Alchemisten Hermes sind um so dürftiger, je weiter wir zurückgehen; um so mehr nachweisbar falsch, je spätere Alchemisten wir befragen. Von dem 4. Jahrhundert an kennen wir den Namen in Beziehung zur Alchemie; im 11. theilt uns Hortulanus, einer der bedeutendsten damaligen Alchemisten, eine kurze Schrift als von Hermes herrührend sammt eigenem Commentare mit, aber ohne Angabe, wie ihm diese Schrift zugekommen sei, die unter dem Namen der tabula smaragdina große Berühmtheit erhielt; im 13. Jahrhundert erfahren wir aus einem dem Albertus Magnus zugeschriebenen Werke, daß Alexander der Große auf einem Zuge nach Aegypten des Hermes Grab entdeckt und eröffnet habe, und daß in diesem die tabula smaragdina gefunden worden sei. Im 17. Jahrhundert wurde gar ein phönicischer Urtext zu dieser Schrift fabricirt. So häuft sich dem, was wir eigentlich wissen, im Laufe der Zeit stets Mährchenhaftes zu, und wirft Unsicherheit auch auf die Angaben der früheren Autoritäten.

Von den angeblichen Schriften des Hermes interessirt uns hier Tabula smaragdina.
nur die tabula smaragdina, weil sie bei den Alchemisten vom 11. Jahrhundert an im größten Ansehen steht. Hortulanus theilt sie zuerst in lateinischer Uebersetzung mit; ihr Inhalt ist:

Verum est sine mendacio, certum et verissimum: Quod est inferius est sicut id quod est superius. Et quod est superius est sicut id quod est inferius, ad perpetranda miracula rei unius.

Et sicut res omnes fuerunt ab uno, meditatione unius: sic omnes res natae fuerunt ab hac una re, adoptione.

Pater ejus est Sol, mater ejus est Luna. Portavit illud ventus in ventre suo. Nutrix ejus terra est. Pater omnis telesmi totius mundi est hic. Virtus ejus integra est, si versa fuerit in terram.

Separabis terram ab igne, subtile a spisso, suaviter, magno cum ingenio. Ascendit a terra in coelum, iterumque descendit in terram, et recipit vim superiorum et inferiorum.

Tabula smaragdina.

Sic habebis gloriam totius mundi. Ideo fugiet a te omnis obscuritas.

Haec est totius fortitudinis fortitudo fortis, quia vincet omnem rem subtilem, omnemque solidam penetrabit.

Sic mundus creatus est.

Hinc erunt adaptationes mirabiles, quarum modus est hic.

Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus, habens tres partes Philosophiae totius mundi.

Completum est, quod dixi de operatione solis.

In welcher Sprache das Original geschrieben sein mag, wissen wir nicht. Einige Worte scheinen anzudeuten, daß diese lateinische Uebersetzung nach dem Griechischen gefertigt wurde. Wann die tabula smaragdina geschrieben wurde, wissen wir auch nicht; des Hortulanus Existenz im 11. Jahrhundert wurde von Einigen angefochten, und die ganze Schrift für ein Machwerk des 14. bis 15. Jahrhunderts, und somit alle früheren Commentare für untergeschoben, erklärt. Hiergegen indeß spricht Vieles. Aus des Raymund Lull (von welchem Hermes der Vater der Alchemisten genannt wird) anerkannt ächtem Codicill läßt sich deutlich nachweisen, daß diesem bereits jene lateinische Schrift wohlbekannt war; mehrere Sätze daraus führt Lull wörtlich an. Somit muß man wohl die tabula smaragdina für eins der älteren alchemistischen Denkmäler anerkennen, ohne daß man ihr ein so hohes Alter beizulegen braucht, wie dies in früherer Zeit geschehen ist.

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Schon aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, wie sehr die Alchemisten daran hingen, den Ursprung ihrer Kunst möglichst weit hinauszurücken; es leitete dies Bestreben sie überhaupt, wenn sie von den Alchemisten früherer Zeit sprachen. Wenig gehörte dazu, um in ihren Augen als Inhaber der Kunst der Metallverwandlung zu gelten, wenn nur die betreffenden Personen recht lange vor ihnen gelebt hatten; die leiseste Andeutung auf irgend eine metallurgische Kenntniß oder irgend eine Handlung, die etwas Chemisches an sich hatte, genügte, um Aufnahme in die Liste der Alchemisten zu veranlassen. So zählten die Alchemisten Tubalkain zu zu den ihrigen, weil die Schrift ihn einen Künstler in Erz und Eisen nennt; Moses mußte Alchemist sein, weil er in der Wüste bittres Wasser in süßes zu verwandeln und zudem das goldne Kalb in eine trinkbare Flüssigkeit umzuschaffen wußte; Hiob war Alchemist, weil einer seiner Freunde nach Luther's Uebersetzung zu ihm spricht: Du wirst für Erde Gold geben, und für die Felsen goldne Bäche. Cleopatra paradirt als einge-

weiht in die heilige Kunst, weil sie eine Perle zu lösen wußte, wie die Geschichte erzählt. So scheinen auch die metallurgischen Kenntnisse, die sich der Evangelist St. Johannes möglicher Weise während seines Aufenthaltes in den Bergwerken zu Pathmos verschaffen konnte, Anlaß gegeben zu haben, ihn für einen Alchemisten zu halten. Wenigstens enthält die (im 12. Jahrhundert von Adam von St. Victor gedichtete) Hymne Gratulemur ad festivum, welche nach dem römischen Brevier am 27. December dem Heiligen zu Ehren gesungen wurde, auch die Lobpreisung:

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Inexhaustum fert thesaurum
Qui de virgis fecit aurum
Gemmas de lapidibus:

was auch noch am Ende des 17. Jahrhunderts gläubig angenommen wurde, wie denn Becher den Johannes als alchemistische Autorität citirt, mit dem Bemerken, das Holz, aus welchem dieser Gold gemacht habe, möge wohl Tamariskenholz gewesen sein, da nach der Versicherung glaubwürdiger Personen die Erde in der Nähe von Tamariskenstauden fast immer Gold enthalte.

Wir finden dieses Streben, den Ursprung der Alchemie möglichst weit hinauszurücken, wieder in der Beilegung neuerer Schriften an gleichnamige Personen aus viel älterer Zeit. Ich meine hier nicht die Unterschiebung von Schriften, sondern die oft absichtslose Verwechslung von Schriftstellern aus verschiedenen Zeitaltern. Mit der besten Ueberzeugung schrieb man die alchemistischen φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines gewissen Democrits, welche sicher nicht vor dem 3. Jahrhundert unserer Zeitrechnung geschrieben sind, allgemein dem Democrit von Abdera zu und verlegte so ihre Abfassung in das 5. Jahrhundert vor Christus; die Schriften eines gewissen Aristoteles, die, wie aus einigen von ihnen selbst deutlich erhellt, im 11. Jahrhundert n. Chr. geschrieben sind, galten vielen als Reliquien des Stagiriten; ebenso kommt Plato in die Reihe der Alchemisten. Von einem Osthanes hat man einen Brief über die Alchemie, an Petasios gerichtet, einen armenischen König. An denselben hatte auch Olympiodoros, von Theben in Aegypten, der in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts zu Alexandria lebte, ein Sendschreiben gleichen Inhalts gerichtet, welches uns noch erhalten ist. Jener Osthanes ist somit seiner Zeit nach ziemlich bestimmt, aber doch wurde die obige Schrift von den Alchemisten gewöhnlich einem älteren Osthanes beigelegt, da Plinius eines Magiers

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

dieses Namens, der im Gefolge des Xerxes, und eines gleichnamigen späteren, der unter Alexander dem Großen gelebt habe, erwähnt. Die Werke einer gewissen Maria, welcher Name in alchemistischer Beziehung von ihrer Zeit nach bekannten Schriftstellern zuerst bei Georgios Syncellos um 800 eine Erwähnung findet, wurden Moses' Schwester Mirjam beigelegt, und fanden unter dem Titel: Excerpta ex interlocutione Mariae prophetissae, sororis Moysis et Aaronis, habita cum aliquo philosopho dicto Aros, de excellentissimo opere trium horarum, willige Käufer, die sich indeß doch gewundert haben müssen, Moses' Schwester über die Philosophie der Stoiker aburtheilen zu hören.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Solche Angaben über alchemistische Bemühungen vor dem Anfange unserer Zeitrechnung und in den ersten Jahrhunderten derselben werden von jeder genaueren Untersuchung als unzulässig zurückgewiesen; geschweige denn, daß man annehmen dürfte, zu dieser Zeit sei die Kunst der Metallverwandlung wirklich ausgeübt worden. Was die Nachrichten angeht, welche über derartige Bestrebungen bei den Chinesen schon in weit entfernter Zeit sprechen, so ist darauf wenig Gewicht zu legen, sofern Nichts von den Abendländern getrieben wurde, was nicht die früheren Forscher über die Chinesen bei diesen als etwas lange Bekanntes auffanden. So berichten frühere Missionäre, welchen in China selbst die dortigen geschichtlichen Denkmäler zur Benutzung vorlagen, daß bereits 633 v. Chr. dort ein Alchemist Li-Lio-Kim existirt habe; ein anderer will für die Zeit 2500 v. Chr. einen gewissen Hiang-Ti Alchemie treiben lassen u. s. w. — Aus welcher Zeit einige chinesische Schriften, welche alchemistischen Inhalts sind, stammen, ist nicht ausgemacht. Jedenfalls übte das, was die Chinesen wußten oder wollten, keinen Einfluß auf Förderung oder Verbreitung der Alchemie aus. — Für bekanntere Länder läßt es sich mit Bestimmtheit nachweisen, daß um die Zeit des Anfangs unserer Zeitrechnung dort in der Alchemie noch gar nicht, viel weniger mit Erfolg, gearbeitet wurde. Kein Schriftsteller jener Zeit gedenkt eines solchen Strebens, und die Stellen, welche hierfür zu sprechen scheinen, sind mißverstanden. Hätten die Aegypter die Kunst der Goldfabrikation schon früh gekannt, so hätten sie nicht von Staatswegen arme Bergwerke mit solcher Mühe bebaut, wie uns dies Diodor auf die Autorität des Agarthides von Knidos schildert, und diese Schlußfolgerung wird nicht durch die Erzählung des viel neueren Suidas (aus dem 11. Jahrhundert) aufgehoben, der in seinem Lexicon unter dem Artikel

χημεία angiebt, Diocletian habe bei seiner Eroberung des empörten Aegyptens (296 n. Chr.) die von den Vorfahren der Rebellen geschriebenen Bücher über die Chemie, d. h. über die künstliche Darstellung des Goldes und Silbers, aufsuchen und verbrennen lassen, um den Einwohnern die Mittel zu einem nochmaligen Aufstande zu entreißen; wenn gleich Viele aus dieser Stelle einen Beweis für das höhere Alter der Alchemie entnehmen zu können glaubten. — Bei den Griechen findet sich ebenfalls vor dem 4. Jahrhundert kein haltbarer Beweis für die Existenz alchemistischer Richtung. Plinius erzählt zwar, Kallias habe zu Athen aus Silber durch Zinnober Gold machen wollen, allein diese Stelle steht ganz vereinzelt als Beweis da, und die Sache selbst verhielt sich anders, wie uns Theophrast, der dem Plinius um drei Jahrhunderte vorherging und sein Gewährsmann ist, berichtet. Nach diesem vermuthete ein gewisser Kallias, der bei den Silberbergwerken angestellt war, im zinnoberführenden Sande Gold, seines Glanzes halber, und bei den Versuchen dies zu erhalten, erhielt er durch Schlämmen den schönen Farbestoff. Suidas erzählt zwar auch wieder unter dem Artikel δέρας, das goldne Vließ sei ein Fell gewesen, worauf das Geheimniß der Goldmacherei niedergeschrieben gewesen sei, und der Argonautenzug habe nur die Erbeutung dieser alchemistischen Schrift zur Absicht gehabt; aber dies Zeugniß wiegt offenbar nichts. — Was von der Alchemie der Römer gefabelt wurde, hielt ebenso wenig Stich; Caligula war kein Alchemist, weil Plinius von ihm erzählt, die Goldbegier habe ihn verleitet, große Massen Auripigment ausschmelzen zu lassen, wobei man Gold, aber zu wenig, als daß es die Kosten gedeckt hätte, erlangt habe, sondern es war dies nur ein metallurgischer Versuch; und was Unverständige aus den Redensarten aurum facere, aurum conficere u. a. haben schließen wollen, beweist ebensowenig die Existenz alchemistischer Bestrebungen bei den Römern.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Zuerst finden sich diese erwähnt bei den späteren Griechen, und die ersten unverwerflichen Zeugnisse dafür datiren aus dem 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Gleichzeitig mit der Sache wird da der Name genannt, ohne daß angezeigt wird, ob die erstere früher existirt habe, als der letztere. Dürftig nur ist die erste Nachricht, die wir darüber haben; den Namen der Sache nennt Julius Maternus Firmicus (um 340) in der oben (Seite 4) angeführten Stelle. — Nicht des Namens, wohl aber der Sache gedenkt The-

Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie.

Historisch nachweisbarer Ursprung der Alchemie.

mistios Euphrades, ein griechischer Redner, der um 360 lebte, und von der Verwandlung des Kupfers in Silber und des Silbers in Gold als bekannten Dingen spricht. Inwiefern zu jener Zeit indeß manchmal noch Vergoldung und Versilberung mit Umwandlung in edle Metalle verwechselt worden sein mag, ist nicht mehr zu entscheiden; wahrscheinlich ist es, daß die Hervorbringung von gold- und silberfarbigen Metallgemischen den ersten Anlaß dazu bot, an eine künstliche Darstellung der edlen Metalle zu glauben, und daß dann die eigentliche Alchemie entstand in dem Bestreben, nicht allein die Farbe, sondern auch die anderen Eigenschaften der edlen Metalle jenen Kunstproducten zu eigen zu machen.

Ich habe eben die ersten Schriftsteller angeführt, bei welchen sich die Alchemie dem Namen und der Sache nach erwähnt findet; die genannten sind indeß nicht selbst Alchemisten; auch sprechen sie von dieser Kunst nur im Vorbeigehen. Eigentliche alchemistische Schriftsteller sind uns von dem Ende des 4. Jahrhunderts an bekannt, und die ersten umschlingt alle ein gemeinsames Band; sie stehen nämlich sämmtlich mit der Hochschule zu Alexandria, dem letzten Zufluchtsorte der ägyptischen geheimen Wissenschaften, in Verbindung. Ich habe bereits im I Theile (S. 41) bei der Einleitung zu dem Zeitalter der Alchemie besprochen, inwiefern man Ursache hat, Aegypten nicht bloß als den Hauptsitz der Alchemie zu dieser Zeit, sondern auch als den Ursprungsort derselben anzusehen; sicher ist, daß in Alexandrien von 400 bis zur Zerstörung der dortigen Akademie (642) Alchemie eifrig betrieben wurde.

Der angebliche Democrit.

Das älteste alchemistische Werk, dessen wir hier zu erwähnen haben, ist der Zeit seiner Abfassung nach nicht genau bestimmt; es sind dies die schon erwähnten φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines angeblichen Democrit's. Von diesem Buche ist dem größeren Publikum nur eine lateinische Uebersetzung (aus dem 16. Jahrhundert) bekannt geworden, nach welcher denn auch eine deutsche ausgearbeitet wurde; der griechische Text selbst, von welchem die Pariser, die Leidner und die Wiener Bibliothek Handschriften bewahren, ist noch nicht edirt. Die φυσικὰ καὶ μυστικὰ sind seit 400 etwa bekannt; die Alexandrinischen Gelehrten jener Zeit erwähnen ihrer, und einer derselben, der sogleich zu besprechende Synesius, verfaßte damals schon einen Commentar über dieselben. Schon zu jener Zeit wußte man nichts Genaueres über den eigentlichen Verfasser dieser Schrift, wie daraus hervorgeht, daß man sie für ein Werk des Democrit's von Abdera hielt, eine Annahme, welcher wichtige Gegengründe entgegenstehen. Weder findet sich

eine diesem Buche entsprechende Angabe in den Mittheilungen, welche uns Diogenes Laertios um 200 n. Chr. über die Schriften des Abderiten gemacht hat, noch endlich stimmt, nach Salmasius' Zeugniß, die Sprache darin zu der Annahme eines so frühen Ursprungs. Wir können hiernach die Abfassung der φυσικὰ καὶ μυστικὰ nicht vor das dritte Jahrhundert setzen. Das Werk übrigens, so weit es uns bekannt ist, verdient Beachtung hauptsächlich als erstes ausführliches Document der Alchemie; sein Inhalt ist unverständlich, da die Terminologie der Begriffe wie die Nomenclatur der zu den verschiedenen Processen verwandten Substanzen eine uns ganz fremdartige, meist nicht zu enträthselnde ist.

Der Commentator dieses Pseudodemocrits, Synesius, ist der erste alchemistische Schriftsteller, über dessen persönliche Verhältnisse wir sichrere Nachrichten haben. Er lebte um 400, studirte zu Alexandria, nahm das Christenthum an und wurde 410 Bischof zu Ptolemais. Sein Commentar hat für die Geschichte der Chemie hauptsächlich deßhalb Interesse, weil sich darin zuerst der Proceß der Destillation genau beschrieben findet. Sonst ist auch diese Schrift uns nicht verständlich, da seine Nomenclatur zwar die des Pseudodemocrits ist (was auch dafür zu sprechen scheint, daß er von diesem nur durch einen kurzen Zeitraum getrennt ist), aber für uns keine Verständlichkeit hat. Synesius.

An Synesius schließt sich eine Reihe von Alchemisten an, deren Schriften meist noch nicht edirt sind, und über welche deßhalb jedes Urtheil erschwert ist. Ich nenne zunächst hier nur Zosimus, der von seinem Geburtsorte Chammis oder Panopolis in der ägyptischen Thebais gewöhnlich den Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis trägt; in welcher Zeit er gelebt habe, ist nicht mit genügender Gewißheit ermittelt; mit vieler Wahrscheinlichkeit läßt sich die erste Hälfte des 5. Jahrhunderts dafür annehmen, Andere jedoch wollen ihn in das Ende des 3. oder den Anfang des 4. Jahrhunderts setzen, was irrig zu sein scheint, da er, einer der berühmtesten Alchemisten, von Synesius noch nicht gekannt und erwähnt ist. Man hat von ihm Schriften περὶ ὀργάνων καὶ καμίνων (über chemische Geräthschaften und Oefen), περὶ τῆς ἁγίας τέχνης, περὶ τῆς χημείας u. a. — Um diese Zeit wird der Metallverwandlung auch schon oft von anderen Schriftstellern erwähnt, welche nicht selbst Alchemisten sind. So sagt z. B. der Neuplatoniker Aeneas Gazäos, welcher um 490 lebte, in seinem Werke: Theophrastus de immortalitate animae, von Zosimus.

Zosimus. welchem uns eine lateinische Uebersetzung aufbehalten ist: Qui materiae habent peritiam, argentum et stannum capiunt, ac, priore specie abolita, in aurum pulcherrimum conficiunt. — Es zeigt dies, wie der Begriff der Transmutation immer bekannter wurde.

Aus dem 6. Jahrhundert sind uns gleichfalls mehrere Namen von Alchemisten zugekommen. Nach dem, was von ihren Schriften bekannt geworden ist, sind sie mehr Abschreiber und Commentatoren des Zosimus, Synesius und anderer früherer, als selbstständige Forscher. Aus dem Anfange des 7. ist Stephanos Alexandrinos zu nennen, der um 615 zu Alexandrien lebte und *περὶ χρυσοποιΐας πράξεις ἔννεα* (neun Ausführungen von der Goldbereitung) schrieb.

Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert. Um die Mitte des 7. Jahrhunderts tritt für die Alchemie ein Wendepunkt ein, da ein anderes Volk zu dieser Zeit damit bekannt wird, welches sich dann durch alchemistische Bestrebungen in hohem Grade auszeichnet. Blicken wir zurück, was bis dahin die Alchemie eigentlich umfaßt, so können wir aus den dunklen Angaben der bisherigen Schriftsteller, die ihre Ansichten oft in die Form von Träumen und Visionen einkleiden, Folgendes entnehmen. Sie halten es für möglich, daß unedle Metalle in edle verwandelt werden können; in der Schrift des Pseudodemocrit's wird von einem Pulver gesprochen, was auf Silber geworfen dieses in Gold verwandele, und von einem andern, welches Kupfer in Silber umändere, und Zosimus spricht davon, wie schön es sei, die Verwandlung der Metalle in einander zu kennen, wie sich nämlich Blei, Kupfer, Zinn und Silber in vollkommnes Gold verwandeln. (*Κάλλιστον δέ ἔστιν εἰδέναι τῶν τεσσάρων μετάλλων τὰς μεταβολὰς, ἤγουν τοῦ μολύβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ κασσιτέρου, τοῦ ἀργύρου, ἵνα γένωνται τέλειος χρύσος.*) Ueber die Art, die Verwandlung zu bewerkstelligen, sind sie fast unverständlich; was sich hin und wieder deutlicher angegeben findet, werde ich weiter unten anzuführen bessere Gelegenheit haben; im Allgemeinen lassen sie mehr errathen, als sie sich darüber aussprechen, daß sie die Metallverwandlung selbst ausüben konnten. — Uebrigens scheint bei ihnen noch die Metallverwandlung hauptsächlich in einer Umänderung der Farbe bestanden zu haben; Galmei (der das Kupfer gelb) und Arsenik (der es weiß färbt) werden oft als Mittel erwähnt, die Transmutation zu bewerkstelligen; bei Pelagius, einem Alchemisten, welcher wahrscheinlich kurz nach Zosimus gelebt hat, heißt die Alchemie auch *ἡ βαφικὴ τέχνη* (die Färbekunst); wie denn überhaupt *ἡ βαφή* nicht bloß das Färben, sondern auch

die Veränderung eines Metalls, namentlich die Umwandlung des weichen Stahls in harten, bedeutete. Auf der Ansicht, daß Metallverwandlung hauptsächlich in Färbung bestehe, und daß das Färben der Metalle ähnlich wie das anderer Stoffe bewerkstelligt werden könne, scheint auch Synesius' Rath zu beruhen, das Innere des Metalls wiederholt herauszukehren, und sich nicht mit oberflächlicher Färbung zu begnügen. — Von dieser Ansicht stammt übrigens auch der eine Name her, welchen dann das Mittel, die unedlen Metalle in edle zu verwandeln (der Stein der Weisen) stets behielt: Tinctur. — Ueberhaupt bildet die Wahrnehmung, daß gewisse Stoffe die Farbe eines Metalls umändern, die Grundlage des ganzen Glaubens an Alchemie; aus der Analogie schloß man, wie man Kupfer goldgelb und silberweiß färben könne, so auch andere Metalle; wie man die Farbe verwandeln könne, so auch die übrigen Eigenschaften. In dieser Art entwickelte sich höchst wahrscheinlich der Begriff einer vollständigen Metallverwandlung.

Ansichten der Alchemisten bis zum 7. Jahrhundert.

Mit der Eroberung Aegyptens durch die Araber (640) beginnt ein neuer Abschnitt für die Alchemie. So wenig auch dies Volk bei seinem ersten Auftreten zu wissenschaftlicher Thätigkeit geneigt war, so entwickelte sich doch bald bei ihm Interesse für die Forschungen, welche in den unterjochten Ländern bisher betrieben worden waren. Mathematik, Astronomie und Alchemie waren hauptsächlich die Wissenschaften, welche die Araber sich aneigneten und beim Fortschreiten ihrer Eroberungen auf andere Länder übertrugen.

Verbreitung der Alchemie zu den Arabern.

Die bedeutenderen Alchemisten der Araber habe ich bereits in dem I. Theile S. 51 — 58 besprochen, und verweise dahin. Dort finden sich ihre Ansichten mitgetheilt, und was einige Specialitäten noch angeht, so werde ich diese in dem Folgenden gehörigen Orts anführen. Hier haben wir hauptsächlich festzuhalten, daß bei den Arabern Verwandlung eines Metalls nur hinsichtlich der Farbe für ungenügend und trügerisch angesehen wird; vollkommene Verwandlung eines Metalls in das andere, nach allen Eigenschaften, wird verlangt und für möglich gehalten. Diese Verwandlung erscheint aber mehr nur als wissenschaftliches Problem, dessen Lösung sich die arabischen Alchemisten zu nähern versuchen; bei den bedeutenderen wenigstens wird nie die Metallverwandlung als durch eigene Erfahrung erkannt beschrieben.

Bis zum 9. Jahrhundert sind die Griechen, besonders aber die Alexandriner und die Araber, die einzigen Nationen, bei welchen wir Alchemie finden,

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

denn auch bei den ersteren dauerte diese Richtung noch nach der Zeit fort, wo sie den Arabern mitgetheilt worden war. Die Araber ihrerseits machten wieder andere Nationen damit bekannt. Die erste wahrscheinliche Angabe über Alchemie unter den Abendländern führt in das 9. Jahrhundert. Zwar wird uns schon aus dem 6. Jahrhundert der bekannte Merlin in England als Alchemist angeführt, aber die Zeugnisse für diese Kunst des geschickten Zauberers lassen sich nicht weiter zurück verfolgen, als bis in das 16. Jahrhundert, und die Männer, welche sie hier ablegen, scheinen es nur auf die Ueberzeugung hin zu thun, daß ein Zauberer auch nothwendig Gold machen können muß. — Glaubwürdiger erscheint die Angabe, daß Haimo, welcher als Bischof von Halberstadt 853 starb, ein Anhänger der Alchemie gewesen sei. Es war dieser von Geburt ein Angelsachse, ein Verwandter Beda's und Schüler Alcuin's, welchen letzteren er zur Vervollkommnung seiner Gelehrsamkeit nach Tours begleitete. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß sich zu seiner Zeit schon der Glaube an die Metallverwandlung aus Spanien nach Frankreich mitgetheilt hatte, und daß Haimo so zu Tours vielleicht in die Bestrebungen der Alchemisten eingeweiht worden sei. Sichere Entscheidung darüber ist nicht zu hoffen; alchemistische Schriften, die seinen Namen tragen, kommen in alten Klosterbibliotheken vor; nur wenige sind gedruckt. — Als ein anderer früherer Alchemist wird noch Hortulanus genannt, auch unter dem Namen Garlandus; er wird nach England in's 11. Jahrhundert gesetzt; von ihm her datirt sich die Kenntniß über die tabula smaragdina des Hermes.

Ueber solche einzelne Vorläufer der Alchemie im nordwestlichen Europa sind uns im Ganzen nur unsichere Nachrichten bekannt. Die byzantinischen Alchemisten scheinen nur geringen Einfluß auf diese Gegenden ausgeübt zu haben; denn obgleich in Griechenland die Alchemie immer noch blühte (wie denn z. B. der auch sonst bekannte Michael Psellus [geboren 1020, Lehrer des Kaisers Michael Ducas, gestorben 1110] eifriger Alchemist war und auch als Schriftsteller darin noch lange in einigem Ansehen stand), gewann sie bis zu 1200 etwa in Frankreich, Deutschland und England nur einzelne Anhänger. Die Kreuzzüge (von 1096 an) haben auf die Verbreitung der Alchemie keinen fördernden Einfluß gehabt. (Vergl. Bd. I. S. 59.) Zahlreicher wurden die Anhänger der Alchemie erst, als der wissenschaftliche Verkehr zwischen dem arabischen Spanien und den übrigen Ländern Europa's lebhafter wurde, als Wißbegierige aller Länder die arabischen Hochschulen

besuchten, und die dort gesammelten Kenntnisse in ihrem Vaterlande weiter ausbreiteten. So sehen wir im 13. Jahrhundert Alchemisten aus arabischer Schule in Spanien, Frankreich, Deutschland und England und gleichzeitig liefern uns diese Länder Männer, die zur Hebung der alchemistischen Richtung durch zuversichtlicheres Auftreten, als dies je vorher der Fall gewesen war, wesentlich beitragen. In Spanien erhob sich Raymundus Lullus, in Frankreich Arnold Villanovanus, in Deutschland Albertus Magnus, in England Roger Baco, sämmtlich um 1250 etwa ihre größte Wirksamkeit entfaltend. Das Nähere über sie ist uns schon aus dem I. Theile bekannt, und ich brauche hier nicht nochmals darauf einzugehen. Alle stimmen darin überein, die Metallveredlung nicht allein für möglich, sondern für ausgemacht zu erklären; sie angeblich aus eigener Anschauung zu beschreiben und mit der größten Zuversicht über die Bereitung des Mittels, Metallverwandlungen zu bewerkstelligen, zu sprechen; was sie nur für möglich halten konnten, beschreiben sie als Thatsache. Geheimnißvoll und unverständlich ist das Meiste, was sie vortragen; ihre specielleren Ansichten werde ich in dem Folgenden mehrfach Gelegenheit haben zu erwähnen.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

In dem 14. Jahrhundert ist bereits die Alchemie über einen großen Theil der civilisirten Welt verbreitet. Zwar wurde die Kunst nicht mehr in Aegypten betrieben, und in Spanien minderte sich der Einfluß der Araber immer mehr und damit auch ihre wissenschaftliche Thätigkeit, aber an der Nordküste von Afrika, wo sie sich festhielten, arbeiteten sie noch am Ende des 15. Jahrhunderts eifrig an der Darstellung des Goldes aus unedlen Metallen (wie uns der gleichzeitige Leo Africanus berichtet), wenn auch keine Schriften von ihnen aus dieser Zeit bekannt geworden sind. — Die byzantinischen Griechen hörten erst mit der vollständigen Eroberung ihres Landes durch die Türken (1453) auf, als eifrige Alchemisten sich bekannt zu machen; aber auch später noch arbeiteten dort einzelne im Stillen unverdrossen fort. In Deutschland, England, Spanien, Frankreich und Italien erreichte das Streben, das Geheimniß der Alchemie zu ergründen, bald eine solche Höhe, daß schon 1317 eine päpstliche Bulle weiterer Ausbreitung durch Androhung schwerer Strafen ein Ziel zu setzen suchte. Wenig fruchtete diese indeß, und nur kurz war ihre Wirkung. Eine Menge Alchemisten traten in dem 14. Jahrhundert offenkundig auf, unter welchen die bereits im I. Theile erwähnten Nicolaus Flamel in Frankreich, Isaak und Johann Isaak Hollandus in den Niederlanden sich das größte Ansehen unter ihren Nachfolgern in der

Verbreitung der Alchemie in dem 14. Jahrhundert.

Verbreitung der Alchemie im 15. Jahrhundert.

Alchemie und theilweise angeblich großen Reichthum erworben haben. Aus dem 15. Jahrhundert wurden die gleichfalls schon genannten Georg Ripley und Thomas Norton in England, Graf Bernhard von Trevigo in Italien als Meister in der Alchemie besonders berühmt; und auch der sie an chemischen Kenntnissen sicher, an Geschicklichkeit in der Alchemie nach der Meinung der meisten Anhänger dieser Kunst ebenfalls übertreffende Basilius Valentinus ist uns schon genauer bekannt. Alle diese sprechen von der Umwandlung der unedlen Metalle in Gold und Silber als aus eigener Erfahrung. — Um die Mitte des 15. Jahrhunderts gewinnt die Alchemie noch mehr Land; ein polnischer Mönch, Vincenz Koffsky, der 1488 zu Danzig starb, ist der erste Alchemist sarmatischer Nation.

Zustand der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Im 16. Jahrhundert erhält die Chemie, welche bis dahin nur der Alchemie gedient hatte, eine neue Anwendung. Bis hierher waren alle Chemiker Alchemisten; jetzt kommt die Chemie mit der Medicin in näheren Zusammenhang, und die Chemie selbst in die Hände und Pflege der Aerzte. Paracelsus bewirkte diese Veränderung, indem er zuerst mit Keckheit die Medicin als angewandte Chemie betrachtete, vorschnell und großsprecherisch aus einzelnen Thatsachen allgemeine Behauptungen folgerte, und ein System andeutete, welches, in sich unhaltbar, doch einen folgereichen Einfluß auf den Gesammtzustand der Medicin und Chemie ausübte. Paracelsus selbst ist in Bezug auf Alchemie, wie fast immer, sich widersprechend, und ich habe seine hierher gehörigen Aeußerungen bereits (Thl. I. S. 97) angeführt. — Seine Nachfolger sind in ihren Behauptungen consequenter. Es tritt jetzt, wie wir dies schon in der allgemeinen Geschichte kennen gelernt haben, die Verschiedenheit von der früheren Zeit ein, daß die besten Chemiker nicht mehr Alchemisten von Profession sind, sondern daß Chemiker und Alchemisten sich mehr und mehr von einander absondern. Alle uns als die ausgezeichnetsten schon bekannt gewordenen Chemiker dieser Zeit, Libavius noch im 16., van Helmont und Sylvius de le Boë in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wie alle anderen, erkennen noch die Möglichkeit der Metallverwandlung an, einige aus eigener Anschauung, andere aus theoretischen Gründen oder weil ihnen schon die historischen Beweise dafür genügen; aber keiner setzt sich die Realisirung zur höchsten Aufgabe, keiner sagt, daß er wisse, wie die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold oder Silber zu bewerkstelligen sei. Dafür schwärmen während dieser Zeit eine Menge eigent-

licher Alchemisten umher, die, ohne Chemiker zu sein, sich als Besitzer des Geheimnisses rühmen. Von ihnen später.

Zustand der Alchemie im 17. Jahrhundert.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts tritt eine neue Epoche für die Chemie ein; Robert Boyle stellt sie zuerst als eine selbstständige Wissenschaft dar. In Bezug auf Alchemie ändert sich hiermit wenig; Boyle selbst scheint, so viel sich aus seinen kargen Andeutungen entnehmen läßt, an die Möglichkeit der Metallverwandlung geglaubt zu haben; der bedeutendste Chemiker, welchen wir für Deutschland in jener Zeit kennen lernten, Kunkel, beschäftigte sich selbst mit der Aufsuchung der Mittel, sie zu bewerkstelligen.

So sind wir bis zum Jahre 1700 etwa gekommen. Ueber den ganzen Zeitraum von 700 bis dahin habe ich nur einen kurzen Ueberblick gegeben, theils weil wir vieles dahin Gehörige schon aus dem I. Theile kennen, theils weil uns die specielleren Eigenthümlichkeiten gleich klarer noch vortreten werden. Halten wir zunächst fest, daß um 1700, so weit überhaupt die Civilisation damals reicht, Alchemie betrieben wird, daß aber die eigentlichen Chemiker sich mit ihr gar nicht oder nur wenig beschäftigen, obgleich sie das Princip, die Möglichkeit der Metallverwandlung, alle anerkennen. Die Alchemie ist zu dieser Zeit in ihren Begriffen zu einer solchen Consolidation gelangt, daß es nunmehr zum deutlicheren Verständniß derselben, und um zugleich über ihre Schicksale während der vorhergehenden Jahrhunderte zu berichten, besser erscheint, die eigenthümlichen Ansichten einzeln zu betrachten, und dazu wollen wir übergehen.

II. Alchemistische Ansichten über den Stein der Weisen.

Namen und Begriff der Alchemie.

Um 1700 ist die Alchemie unter vielfachen Benennungen verbreitet. Aus den Benennungen ἅγια oder θεία τέχνη der Byzantiner (welche sich seit Zosimus oft gebraucht finden) ist in alle Sprachen der Ausdruck die heilige Kunst übergegangen. Die Benennung der Griechen indeß, χρυσοποιΐα, Goldmacherei (welche sich seit Stephanus Alexandrinus um 615 findet), wurde in späteren Zeiten, namentlich in Deutschland, nur im mißbilligenden Sinne gebraucht. Von ihrem Ursprunge hieß die Alchemie oft noch die hermetische oder ägyptische Kunst, von ihrer Methode, welche Trennen (σπάειν) und Vereinigen (ἀγείρειν) ist, die spagirische Kunst. Der Ausdruck Kunst oder Werk der Sonne (ars solis in der lateinischen Uebersetzung des Synesius, operatio solis in der tabula smaragdina) veraltete bald. Der Griechen Bezeichnung Chemie hatten die Araber ihren Artikel angehängt, und die Bezeichnung Alchemie stand um 1700 schon im Gegensatz zu dem Worte Chemie, erstere die Kunst Metalle zu veredeln bezeichnend, letztere die Kenntniß von der Zusammensetzung im Allgemeinen ausdrückend. — Ganz allgemein wird aber auch die Alchemie als Philosophie bezeichnet.

Die sich mit ihr beschäftigen, hießen im Allgemeinen Alchemisten, Philosophen, Spagiriker; man unterschied als Adepten (adipisci, erlangen) diejenigen, welche das Geheimniß der Metallveredlung wirklich zu erforschen gewußt haben und im Besitze desselben sind.

Betrachten wir nun die Ansichten der Alchemisten über die Metallveredlung genauer.

Ansichten über den Stein der Weisen.

Nach ihnen giebt es eine Substanz, welche, mit schmelzenden unedlen Metallen in Berührung gebracht, diese augenblicklich in Gold verwandelt. Die Darstellung dieser Substanz ist Zweck und Aufgabe der Alchemie. Die Substanz selbst heißt der Stein der Weisen, eine Benennung, die seit dem 9. Jahrhundert mit einiger Wahrscheinlichkeit, seit dem 11ten mit Gewißheit dafür in Gebrauch ist. Sonst heißt sie auch das große Elixir (Elixir überhaupt ein durch Sieden [elixare] erhaltenes Product)[1], das große Magisterium (Meisterstück), die rothe Tinctur (weil sie die Farbe der unedlen Metalle in die des Goldes umändert, vergl. oben Seite 155). Die Medicin der dritten Ordnung nennt sie Geber im 8. Jahrhundert.

Ueber die Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit.

Diese Substanz kann nach Ansicht der Alchemisten in verschiedener Stärke bereitet werden. Die Wirkungsart des Steins der Weisen auf unedle Metalle ist eine dynamische; es wird weit mehr Gold erzeugt, als die zur Verwandlung angewandte Masse des Steins der Weisen beträgt. Je nach dem Grad der Augmentation, wie es die Alchemisten nennen, d. h. der Steigerung der eigenthümlichen Kraft, kann Ein Gewichtstheil des Steins zwei bis einige Billionen Gewichtstheile unedles Metall in Gold verwandeln.

Die Alchemisten sind nicht ganz darüber einig, durch welche Wirkungen sich ein minderer Grad von Vollkommenheit des Steins der Weisen kund thut. Einige nehmen an, in seiner größten Vollkommenheit dargestellt verwandle dieser jedes unedle Metall in jedem Mengeverhältniß in Gold; in diesem Zustande wird der Stein der Weisen das Universal genannt; in minderer Vollkommenheit aber verwandle er nur Ein bestimmtes unedles Metall, und von diesem nur eine begrenzte Menge; im letzteren Falle heißt er ein Particular.

Andere aber versichern, auf niederer Stufe der Vollkommenheit verwandle der Stein der Weisen die unedlen Metalle nicht in Gold, sondern in Silber. Wenigstens ist der Grad der Vollkommenheit der einzige innere Un-

[1]) Diese Ableitung scheint mir ungezwungener, als die von einigen Anderen gegebene, wonach Elixir aus dem Arabischen el-Kesir, was soviel als Essenz bedeute, entstanden sei. Doch ist zu bemerken, daß Albertus Magnus im 13. Jahrhundert bereits sagt: Die Tinctur, welche im Arabischen Elixir genannt wird; aber es heißt dies vielleicht nur soviel, daß der Ausdruck Elixir bei (in's Lateinische übersetzten) arabischen Schriftstellern vorkommt.

Ueber die Wirkung des Steins der Weisen je nach dem Grade der Vollkommenheit.

terschied, welchen diese zwischen dem eben besprochenen Stein der Weisen und der andern Substanz anzugeben wissen, die sie als weiße Tinctur, kleines Elixir oder kleines Magisterium bezeichnen. Schon Synesius spricht von dieser zweifachen Verwandlungsart, in Gold nämlich oder in Silber; er bezeichnet diese Operationen als Werk der Sonne (des Goldes) und des Mondes (des Silbers), er nennt die erstere ξάνθωσις (die Kunst gelb zu färben), die letztere λεύκωσις (die Kunst weiß zu färben). Spätere Alchemisten sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold; Geber im 8. Jahrhundert kennt nur Eine Medicin der dritten Ordnung, ob er gleich auch der Verwandlung in Silber, aber nur kurz, erwähnt. Er äußert sich darüber in der Summa perfectionis magisterii: Est autem hujus tertii ordinis medicina duplex, scilicet solaris et lunaris, et tamen essentia una. Im 13. Jahrhundert sagt Albertus Magnus in der Alchymia: Inveni esse possibilem transmutationem in Solem et Lunam. Roger Baco im Speculum alchymiae: Rubrum elixir citrinat in infinitum, ac omnia metalla transmutat in aurum. Album vero elixir dealbat. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus im 13. Jahrhundert, Paracelsus im 16., sprechen hauptsächlich von der Verwandlung in Gold. Transmutationsgeschichten in Silber kommen überhaupt sehr wenig vor.

Aeußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wir wollen uns nun zur Betrachtung der Eigenschaften wenden, welche dem eigentlichen Stein der Weisen, dem goldmachenden, beigelegt wurden. Vor dem 13. Jahrhundert wird er sehr selten nur als aus eigener Anschauung beschrieben. Der angebliche Democrit spricht von einem rothen Pulver zur Darstellung des Goldes, von einem weißen zur Umwandlung in Silber. Geber im 8. Jahrhundert giebt an, die Medicin der dritten Ordnung sei vollkommen feuerbeständig, aber die Zulegung dieser Eigenschaft erscheint bei ihm doch mehr als theoretische Folgerung, denn als eigene Wahrnehmung. Zuversichtlicher beschreiben ihn die Alchemisten von 1200 an. Raymund Lull nennt ihn manchmal Carbunculus, mit welcher Andeutung seiner äußeren Eigenschaften spätere Beschreiber gut übereinstimmen. Paracelsus im 16. Jahrhundert beschreibt ihn als eine sehr fixe Substanz, in Masse sei er lebhaft roth wie Rubin und durchsichtig wie ein Krystall, er sei biegsam wie Harz und doch zerbrechlich wie Glas; gepulvert gleiche er dem Safran. Auch van Helmont im 17. Jahrhundert beschreibt ihn nach eigener Anschauung als ein schweres Pulver von Safranfarbe; schim-

mernd wie nicht ganz feingestoßenes Glas. Dies sind die bedeutendsten Gewährsmänner, welche über die äußeren Eigenschaften des Steins der Weisen Mittheilungen gemacht haben; Andere sprechen von einem pfirsichblüthfarbenen Pulver, noch Andere wollen wahrgenommen haben, daß sein Pulver grau aussehe. Äußere Eigenschaften des Steins der Weisen.

Wie die silbermachende Substanz aussieht, darüber haben wir nur wenig Angaben, da ihrer überhaupt seltener erwähnt wird. Die sie gesehen haben wollen, versichern alle, daß sie ein weißes glänzendes Pulver sei.

Der Stein der Weisen nun hat die Eigenschaft, unedle Metalle in Gold zu verwandeln. Wie die Verwandlung geschieht, darüber äußern sich die älteren Alchemisten nicht. Die des 13. Jahrhunderts sind wieder die ersten, die hier genauere Anweisung geben. Man schmilzt das unedle Metall oder nimmt Queckſilber, und wirft dann den Stein der Weisen darauf; diese Operation heißt bei den Alchemisten die Projection. Im Augenblick derselben wird die ganze Masse unedlen Metalls in Gold verwandelt; nach manchen Beschreibungen indeß muß das Schmelzen noch fortgesetzt werden, und die Verwandlung tritt erst allmälig ein. In den Erzählungen über Metallverwandlungen wird auch oft sehr genau geschildert, wie z. B. schmelzendes Blei bei der Projection plötzlich hart wurde, obgleich der Hitzegrad derselbe blieb, und wie man das Feuer verstärken mußte, um das veränderte Metall wieder zum Schmelzen zu bringen. Metallveredelnde Wirkung des Steins der Weisen.

Wieviel von dem Stein der Weisen muß man aber aufwerfen, um ein gegebenes Gewicht unedlen Metalls zu veredlen? Darüber sind die Angaben der Alchemisten verschieden; um so weniger bedarf es, sagen sie, je vollkommener die Substanz des Steins der Weisen ist; um so weniger, scheint es uns, wird als erforderlich angegeben, je exaltirter und frecher der Charakter jedes einzelnen Alchemisten ist. Vervielfältigende Kraft.

Der Glaube an eine vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen, wie man seine Eigenschaft, eine größere Quantität unedlen Metalls als seine eigene in Gold zu verwandeln, bezeichnet, ist offenbar wieder aus der Meinung entstanden, Aenderung der Farbe sei ein Anfang zur Veränderung der Materie; weil eine kleine Menge des färbenden Stoffes hinreicht, einer viel größeren Quantität einer andern Substanz ihre Farbe mitzutheilen.

Der Erste, welcher über die vervielfältigende Kraft bestimmte Angaben mittheilt, ist Roger Baco. Nach ihm verwandelt 1 Gewichtstheil des Steins

Vervielfältigende Kraft des Steins der Weisen.

der Weisen 1000 × 1000 Gewichtstheile unedles Metall. Bescheidener giebt Arnold Villanovanus fast gleichzeitig nur 100 Gewichtstheile an. Beide überbietet weit Raymundus Lullus, bei dem sich zuerst die Angabe findet, der Stein der Weisen könne zu einer solchen Vollkommenheit gebracht werden, daß er unedle Metalle nicht allein in Gold umändert, sondern daß er sie noch höher veredelt, sie sich assimilirt und in den Stein der Weisen verwandelt. »Nimm,« sagt er in seinem Testamentum, »von der köstlichen Medicin so groß wie eine Bohne. Wirf es auf 1000 Unzen Queckſilber, so wird dies von der Medicin in ein rothes Pulver verwandelt. Von diesem giebt man eine Unze auf 1000 Unzen Queckſilber, so tritt die gleiche Verwandlung ein.« So wiederholt man die Operation noch zweimal; jede Unze des Products verwandelt 1000 Unzen Queckſilber in Tinctur. Von dem Product der vierten Projection soll man wieder 1 Unze auf 1000 Unzen Queckſilber werfen, so werde dies in Gold verwandelt, welches besser sei als das aus den Bergwerken. — Das ist eine Verwandlung von einigen Tausend Billionen Gewichtstheilen unedlen Metalls in Gold, durch Wirkung von Einem Gewichtstheil der ursprünglichen Tinctur. Nach solchen Versicherungen kann man keine Verwandlung mehr wunderbar finden, was die Menge des verwandelten Metalls betrifft, und Lull's Ausruf: Mare tingerem (wollte ich in Gold verwandeln), si Mercurius esset, erscheint gar nicht mehr übertrieben.

Gestehen wir indeß, daß Lull der einzige Alchemist ist, der sich in solchen Behauptungen gefällt. Alle anderen sind bescheidener in ihren Versicherungen. In dem 14. Jahrhundert spricht J. J. Hollandus nur von 1000 × 1000 Theilen Blei oder Silber, die durch Einen Theil der Tinctur sich in Gold verwandeln lassen, in dem 15. bringt es zwar der Graf Bernhard von Trevigo wieder bis zu 10 × 1000 × 1000, aber die späteren geben immer nur verhältnißmäßig geringe Verwandlungskraft an. Basilius Valentinus um 1500 will 10 bis 30 Theile unedlen Metalls durch 1 Theil des Steins in Gold verwandelt haben; 1618 van Helmont 19000; Kunkel in der 2. Hälfte des 17. Jahrh. spricht von nur 2 Theilen; der letzte anerkannte Adept, James Price in England 1782, wollte eine Tinctur gehabt haben, welche ihr 30 bis 60faches Gewicht Queckſilber in Gold verwandelte.

Beweise für die Metallverwandlung.

Worauf aber gründet sich die Fähigkeit des Steins der Weisen, solche Umwandlungen zu bewirken, und worauf gründet sich der Glaube der Alche-

misten an diese Eigenschaft im Allgemeinen? Denn auch nach ihrer Meinung war es nur Wenigen vergönnt, in das Geheimniß einzudringen und sich durch Autopsie von der Richtigkeit der Sache zu überzeugen. Beweise für die Metallverwandlung.

Der Glaube an die Möglichkeit der Metallveredlung entstand höchst wahrscheinlich, wie schon oben S. 155 hervorgehoben wurde, dadurch, daß man Legirungen darstellte, welche die Farbe des Goldes oder Silbers hatten. In den entfernteren Zeiten, wo die Prüfungsmethoden noch höchst unvollkommen waren, glaubte man vielleicht schon hiermit wirklich Gold oder Silber erlangt zu haben. Zink giebt dem Kupfer eine goldgelbe, Arsenik eine silberweiße Farbe. Diese Erfahrungen haben höchst wahrscheinlich den Grund zu allen alchemistischen Bestrebungen gelegt; die Alchemisten früherer Zeit betrachteten sie als wirkliche Verwandlungen. So sagt Geber im 8. Jahrhundert, das Kupfer stehe in der Mitte zwischen Gold und Silber und lasse sich ebenso leicht in das eine wie in das andere verwandeln, und meint mit Cadmia (einem Zinkerz) und Arsenik den Anfang einer Verwandlung zu bewerkstelligen. So auch giebt der heilige Thomas von Aquino im 13. Jahrhundert an, um Kupfer in Silber zu verwandeln, solle man das erstere mit Arsenik weiß färben und es mit der Hälfte seines Gewichts Silber zusammenschmelzen. Hier wird noch stets Veränderung der Farbe als Veränderung der Materie, als anfangende Verwandlung, betrachtet.

Mit der Zunahme chemischer Kenntnisse mußte man indeß bald den Unterschied zwischen Legirungen von der Farbe des Goldes oder Silbers und diesen Metallen selbst erkennen, und nun begann das Streben, nicht allein die Farbe sondern auch alle sonstigen Eigenschaften eines Metalls zu denen eines andern zu machen. Begreiflich mußte ein solches Verfahren um so leichter erscheinen, je ähnlicher sich bereits die beiden Metalle, das gegebene und das hervorzubringende, in ihren Eigenschaften sind. In Bezug hierauf sagt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert, aus dem Silber entstehe leichter Gold als aus jedem andern Metalle, denn in ihm brauche man nur Farbe und Gewicht abzuändern, und das geschehe ohne Mühe.

Theoretische Beweise.

Der Glaube an die Möglichkeit einer solchen Verwandlung stützte sich besonders auf die Ansicht, daß die Metalle zusammengesetzt seien, so nämlich, daß sie alle aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Proportionen und von verschiedener Reinheit bestehen. Ich habe über diese Theorie schon im I. Theile (S. 44 ff.) berichtet; erinnern wir uns, daß man seit Geber als

Theoretische Beweise für die Metallverwandlung.

Bestandtheile der Metalle einmal das Princip der Malleabilität und des Metallglanzes ansah, welches man mit dem Namen Quecksilber bezeichnete, und sodann das Princip der Veränderlichkeit und namentlich der Verbrennlichkeit, dem der Schwefel als der verbrennlichste Körper seinen Namen lieh. Empirische Beweise für diese Zusammensetzung glaubte man gleichfalls zu haben, z. B. daß Quecksilber mit Blei vereinigt wahres Zinn gebe u. s. w., wie ich dies schon bei der Schilderung von Geber's Ansichten (Thl. I. S. 55) erwähnt habe und in der Geschichte der Ansichten über die Metalle noch ausführlicher angeben werde. Wenn nun, so schloß man, edle Metalle sich von Gold nur dadurch unterscheiden, daß in ihnen zu viel Quecksilber oder Schwefel enthalten ist, so muß es ein Mittel geben, den Ueberschuß des einen Bestandtheils über die Zusammensetzung des Goldes zu entfernen. Diese Theorie war für die damalige Zeit gar nicht unvernünftig; die Alchemisten betrachteten den Stein der Weisen als ein Ferment, sie verglichen geradezu die Wirkung desselben mit der des Sauerteigs (diese schöne, oft vorkommende Vergleichung finde ich zuerst bei dem Hortulanus im 11. Jahrhundert); durch eine Art Gährung wird eine Umsetzung der Bestandtheile der unedlen Metalle, eine Abscheidung des, im Vergleich zu der Zusammensetzung des Goldes, im Ueberfluß vorhandenen Bestandtheils, und so die Entstehung dieses edlen Metalls bewirkt.

Empirische Beweise.

Sodann auch fanden die Alchemisten Beweise für die Metallverwandlung in anderen Thatsachen, die vollkommen richtig waren, aber auch wieder von ihnen falsch interpretirt wurden. Die Scheidekunst stand in den ersten Zeiten der Alchemie, und noch bis zu 1600, auf einer sehr niedrigen Stufe; kleine Mengen eines Metalls in Erzen nachzuweisen, war der Mehrzahl der Chemiker unmöglich; daß ein Metall in einer salzartigen Verbindung, in einer Form, die auf keinen Metallgehalt schließen läßt, schon ganz gebildet seiner Natur nach enthalten sei, wurde erst im Anfange des 17. Jahrhunderts genauer erkannt. Darauf gründete sich nun eine Menge von Beweisen für die angeblich künstliche Hervorbringung von Metallen. Geber erzählt schon, daß der Sand gewisser Flüsse die Eigenschaft habe, Kupfer in Gold zu verwandeln; kleine Kupferstücke der Einwirkung dieses Sandes, des fließenden Wassers und der Sonne ausgesetzt, verwandelten sich in Gold. Die wahre Sache ist hier augenscheinlich, daß sich das Kupfer dabei oxydirt und seinen Metallglanz verliert, der im Flußsande enthaltene Goldstaub aber durch das

wiederholte Waschen (Schlämmen) sichtbar wird. — In dem blauen Vitriole vermutheten nur wenige Chemiker bis zu 1600 einen Gehalt an Kupfer, und von dem 15. Jahrhundert an finden wir die Fällung des Kupfers aus einer Vitriollösung durch metallisches Eisen als einen Beweis für die Verwandlung des Eisens in Kupfer angeführt. Paracelsus und Libavius im 16., der bekannte Wittenbergische Arzt Daniel Sennert im 17. Jahrhundert führen das Factum in dieser Beziehung gläubig an. — Zu Ende des 17. Jahrhunderts glaubte Becher Sand in Eisen verwandeln zu können, da er aus rothem (eisenhaltendem) Lehm, wenn er ihn mit Oel getränkt glühte, Körner bekam, die dem Magnet folgten. — Endlich gab man noch viele Processe an, wodurch jeder sich selbst von der Möglichkeit, unedle Metalle in edle zu verwandeln, überzeugen konnte; es beruhten auch diese darauf, daß Substanzen mit in Arbeit genommen wurden, die immer oder meist einen kleinen, nicht leicht wahrnehmbaren Gehalt, an edlen Metallen haben. Schon einer der eifrigsten Alchemisten des 15. Jahrhunderts, Basilius Valentinus, machte darauf aufmerksam, daß fast alles käufliche Blei einen Gehalt an Silber hat, daß das Mannsfeldische Kupfer gleichfalls stets Silber und das ungarische Silber stets Gold enthält, wenngleich in sehr geringer Menge. Zu seiner Zeit bereits gab es Alchemisten, welche diese Substanzen bei ihren Arbeiten benutzten, und die kleine Menge abgeschiedenen edlen Metalls für die Wirkung einer anfangenden Verwandlung hielten. Beispiele, wo Unwissenheit in der analytischen Chemie zur Stütze alchemistischer Ansichten wurde, gab es bis in die neuere Zeit. Der berühmte französische Chemiker Homberg glaubte 1709 Silber, das von allem Gold gereinigt war, in Gold umwandeln zu können, indem er es mit Spießglanz schmolz; das aus dieser Behandlung erhaltene Silber zeigte immer einen deutlichen, wenn auch kleinen, Goldgehalt. Viele Chemiker wiederholten diese Versuche mit gleichem Erfolg, bis endlich entdeckt wurde, daß fast alles natürlich vorkommende Spießglanz einen geringen Gehalt an Gold hat, welches sich dann bei der chemischen Behandlung mit dem Silber vereinigte. Noch 1783 kam ein ähnlicher Fall vor. Ein Apotheker Cappel zu Copenhagen gab an, daß durch Behandlung von chemisch reinem Silber mit Arsenik dieses theilweise in Gold verwandelt werde. Unter den Chemikern, welche die Sache bestätigt fanden, nenne ich hier nur den berühmten Guyton de Morveau, welcher 1786 sich gleichfalls für die Richtigkeit der Angabe aussprach. Die Alchemisten jubelten ob ihres Sieges, denn zu jener

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

Empirische Beweise für die Metallverwandlung.

Zeit wurde die Möglichkeit ihrer Kunst schon sehr bezweifelt, aber die Freude hatte bald ein Ende, als der österreichische Bergrath von Born 1787 fand, daß man bei Anwendung von Salzburger Arsenik, der damals im Handel vorzugsweise verbreitet war, allerdings güldisches Silber erhält, aber nicht mit böhmischem Arsenik; aus dem Grunde, weil in dem letzteren nicht wie in dem ersteren ein kleiner Goldgehalt verborgen ist. So stellten sich viele Particulartransmutationen als Folgen der Unwissenheit in der Chemie oder der Nachlässigkeit in der Prüfung der angewandten Materialien heraus. — Geschicktere Chemiker hatten noch andere empirische Beweise. So z. B. gründete sich Kunkel's Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung hauptsächlich auf Versuche über die Abänderung der Farbe des Goldes, je nach dem Erhitzen mit verschiedenen Substanzen. Seine Ansicht, wie sie sich hiernach feststellte, sprach er in seinem Laboratorium chymicum aus. Durch Erhitzen mit Salmiak erhöhte er die Farbe des Goldes bis zum Rothgelben, durch Schmelzen mit Borax machte er dasselbe Gold ganz bleich. Dies zeigt nach Kunkel ganz unwiderleglich, daß eine Veränderung in der Mischung des Goldes stattgefunden habe, also eine anfangende Metallverwandlung.

Historische Beweise.

Ihrerzeit galten alle solche Erscheinungen, auch die oben besprochenen, sich auf Unkenntniß in der chemischen Analyse gründenden, als Zeugnisse für die Richtigkeit der Alchemie. Es wurde diese noch weiter erhärtet durch die historischen Beweise für Verwandlungen in großem Maßstabe, die man in Menge anzuführen wußte. Von der großen Menge von Transmutationen, die mehr oder weniger den Anschein von Glaubhaftigkeit haben, will ich nur einige der merkwürdigsten aus neuerer Zeit mittheilen.

Diejenige Autorität, welche unter allen Alchemisten am gewichtigsten für die Möglichkeit der Transmutation spricht, ist van Helmont. Als Arzt und Chemiker ausgezeichnet, stand er überdieß im besten Rufe einer oft sehr weit getriebenen Gewissenhaftigkeit. Er beschreibt in mehreren seiner Schriften die Verwandlung von Quecksilber in Gold mittelst einer kleinen Menge des Steins der Weisen. Van Helmont arbeitete nicht selbst an der Darstellung dieser Substanz, aber er erhielt mehrmals von unbekannt gebliebenen Alchemisten kleine Proben davon. 1618 namentlich wurde ihm $\frac{1}{4}$ Gran von dem kostbaren Körper zugestellt; hiermit verwandelte er 8 Unzen Quecksilber in vollkommen reines Gold. Dieses Factum erzählt er zu wiederholten

Malen; die Geschichte dieser Metallverwandlung ist eine der merkwürdigsten, über die uns Mittheilungen gemacht sind; es ist schwer einzusehen, wie van Helmont sich täuschen konnte, da er ein guter Chemiker war; wie ein Betrug geschehen konnte, da in seinem Hause, ohne Beisein des Alchemisten, von welchem die Substanz herrührte, die Operation geschah. Es gehört dies Factum zu denen, wie sich in der Geschichte der Wissenschaften mehrere finden, wo es Einem fast ebenso schwer wird, die Möglichkeit einer Täuschung anzunehmen, als an die Wahrheit der Sache selbst zu glauben. Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Van Helmont ist der berühmteste Chemiker, welcher sich für die Existenz des Steins der Weisen ausgesprochen hat und dem dabei eine gewisse Unbefangenheit zuzutrauen ist. Von der oben erzählten Verwandlung des Mercurs in Gold war er so erbaut, daß er den ihm eben geborenen Sohn mit dem heidnischen Namen Mercurius taufen ließ; dieser Franciscus Mercurius van Helmont suchte auch seinem Namen Ehre zu machen, forschte sein Leben lang nach dem Steine der Weisen und starb als eifriger Alchemist 1699 zu Berlin.

Von anderen Transmutationsgeschichten will ich noch eine ausführlicher erzählen.

Dr. Helvetius war um die Mitte des 17. Jahrhunderts Leibarzt des Prinzen von Oranien, ein gelehrter Mediciner, der in hohem Rufe der Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit starb. Er glaubte nicht an die alchemistischen Künste, und zeigte sich in mehreren Schriften als ihr bitterer Widersacher. Plötzlich trat er 1667 als der eifrigste Vertheidiger derselben auf, wie er erzählt, auf folgende Art überzeugt.

Ihn besuchte 1666 in seiner Wohnung im Haag ein Fremder, der ein Gespräch über die Alchemie und den Stein der Weisen mit ihm anknüpfte. Helvetius sprach seine Zweifel aus; der Fremde suchte ihn zu widerlegen, und um seinen Worten mehr Nachdruck zu geben, zeigte er ihm die fragliche Substanz. Helvetius betrachtete sich die Sache genau; wie er den Stein in Händen hatte, suchte er mit dem Nagel seine Härte zu erproben, und siehe, es gelang ihm, ein Stückchen davon abzulösen. Er bat den Fremden sehr, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen; dieser lehnte die Bitte ab, mit dem Versprechen, in drei Wochen wiederzukommen und es dann zu thun. Als der Fremde fort war, versuchte Helvetius mit der kleinen Menge des Steins, die ihm an dem Nagel hängen geblieben war, einen Versuch zu machen; er warf es auf schmelzendes Blei, aber ohne allen Erfolg.

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Nach drei Wochen kam der Fremde wieder, und da gestand ihm Helvetius die Entwendung und die Fruchtlosigkeit des Versuchs. Der Fremde meinte, Helvetius habe besser zu stehlen als Gebrauch davon zu machen gewußt, und schob die Schuld darauf, daß er nicht die Substanz in Wachs gehüllt auf das Metall geworfen habe, um sie vor den Dämpfen des Bleies zu schützen. Nach vielen Bitten gab er dem Arzt ein Stückchen des Steins, von der Größe eines Rübsamenkorns; Helvetius meinte, es sei dies zu wenig, um einen Versuch machen zu können, aber der Fremde meinte seinerseits nun, es sei noch zu viel, theilte die Gabe, und ließ dem Arzt die Hälfte zurück. Er entfernte sich mit dem Versprechen, des andern Tages wiederkommen zu wollen und bei dem Versuche gegenwärtig zu sein.

Er kehrte indeß nicht wieder. Als der Abend kam, konnte Frau Helvetius, welcher ihr Mann die Sache erzählt hatte, ihre Ungeduld nicht länger bezähmen. Sie drang in ihn, einen Versuch zu machen. In Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes schmolz Helvetius nun 6 Drachmen Blei, warf den Stein in Wachs gehüllt darauf, ließ noch eine Viertelstunde schmelzen, und goß dann das Metall aus. Es war das reinste Gold; der Münzwardein im Haag und mehrere Goldarbeiter prüften es — es verhielt sich nicht anders.

Helvetius machte diesen Vorfall 1667 in einer eigenen Schrift bekannt, welche den Titel hat: Vitulus aureus quem mundus adorat et orat. Noch vor der Herausgabe dieses Buches indeß bekümmerten sich Viele um diese Transmutation; interessant ist namentlich der Antheil, welchen der berühmte Benedict Spinoza daran genommen hat. Dieser, der sonst nicht zu den Leichtgläubigen gehörte, erkundigte sich genau nach allen Umständen, und sprach brieflich seine Ueberzeugung aus, daß auch für ihn diese Transmutation vollkommen überzeugend sei.

Solche Erzählungen — und mehrere ähnliche werde ich noch im Verlauf dieses Abschnittes zu berichten haben — verfehlten nicht, die Gläubigen in der Alchemie in ihren Ansichten und Bestrebungen zu bestärken und manchen Zweifler ihr zuzuwenden. Es liegt nicht im Plan dieser Arbeit, alle Geschichten hier zu erzählen, wo Ort, Zeit und Zeugen genannt sind, wie die Inhaber des großen Geheimnisses hin und wieder an öffentlichen Orten, wenn an der Möglichkeit der Transmutation gezweifelt wurde, für sechs Kreuzer Blei holen und ein Kohlenbecken sammt Tiegel herbeischaffen ließen, das Blei in Gold verwandelten, es den erstaunten Zuschauern zum Pfand ihrer Ehr-

lichkeit daließen und spurlos verschwanden. Die Alchemisten sammelten sie sorgfältig, es waren ihnen Lichtpunkte in der Nacht ihres Strebens. Mit Vergnügen erzählten sie den Vorfall, welcher dem Professor der Philosophie Martini (gestorben 1621) zu Helmstedt begegnete. Dieser, ein eifriger Feind der Alchemie, zog in allen seinen Vorlesungen, wo sich Gelegenheit bot, gegen dieselbe los, und suchte alle Gründe zu widerlegen, welche die Anhänger der hermetischen Kunst für die Richtigkeit der Metallverwandlung anführten. Aber beschämt mußte er schweigen, als einmal ein fremder Edelmann, der gerade hospitirte, ihn höflichst unterbrach und aus Gründen der Erfahrung zu opponiren sich erbot, eine Kohlenpfanne, einen Tiegel und Blei sich ausbat, das letztere sogleich in Gold verwandelte und es dem erstaunten Professor mit den Worten hinreichte: Solve mihi hunc syllogismum!

Historische Beweise für die Metallverwandlung.

Endlich führten die Alchemisten als Jedermann zugänglichen Beweis die Münzen an, welche aus alchemistischem Gold und Silber geschlagen worden waren, und den Stempel ihres Ursprungs trugen. Es sind diese so zahlreich, daß besondere Bücher über sie geschrieben wurden; ich erwähne hier nur einiger. Da waren die Rosenobel, wozu Raymund Lull im 13. Jahrhundert das Gold gemacht hatte; da waren die dänischen Ducaten von 1647, wozu sich König Christian IV. von seinem Leibalchemisten Caspar Harbach das Material hatte verfertigen lassen, und welche die Aufschrift trugen: Vide mira Domi (ni), und viele andere. — Kaiser Ferdinand III. erhielt 1648 zu Prag von einem gewissen Richthausen einen Gran rothes Pulver, womit in des Kaisers Gegenwart der Oberbergmeister Graf von Rutz dritthalb Pfund Queckſilber in feines Gold verwandelte, woraus man Eine große Medaille prägte, welche den Sonnengott darstellt, Mercur's Schlangenstab haltend und dessen Flügelschuhe tragend (um die Entstehung des Goldes aus dem Queckſilber anzudeuten), und die Umschrift hat: Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan. Anni MDCXLVIII. in Praesentia Sac. Caes. Majest. Ferdinandi Tertii. Auf der Rückseite: Raris haec ut hominibus est ars, ita raro in lucem prodit. Laudetur Deus in aeternum, qui partem suae infinitae potentiae nobis suis abjectissimis creaturis communicat. Sie soll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, sich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben. — Derselbe

Alchemistische Münzen.

Alchemistische Münzen.

Kaiser machte 1650 noch eine Projection auf Blei; die aus dem erhaltenen Golde geprägte Medaille trägt die Inschrift:

Aurea progenies plumbo prognata parente,

und wurde noch im vorigen Jahrhundert in der Münzsammlung auf dem kaiserlichen Schloß Ambras in Tyrol gezeigt. — Von einigen solcher Münzen wurde entdeckt, daß das Metall nicht probehaltig war, so z. B. von den Ducaten, die Kaiser Leopold I. 1675 aus angeblichem Gold schlagen ließ, was ihm ein Augustinermönch Wenzel Seyler aus Zinn darstellte, und welche die Inschrift tragen:

Aus Wenzel Seylers Pulvers Macht
Bin ich von Zinn zu Gold gemacht.

Andere aber bewährten sich; darunter gehören z. B. aus neuerer Zeit noch darmstädtische. Landgraf Ernst Ludwig von Hessen-Darmstadt war ein Freund der Alchemie, und verwendete viel darauf, ohne zum Ziele zu kommen. Da erhielt er 1717 von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinctur, nebst Anweisung, sie zu gebrauchen, und dem guten Rathe, eigenes Forschen einzustellen. Von dem Golde, welches er damit aus Blei darstellte, wurden Ducaten geprägt, die keine Inschrift in Bezug auf ihre Entstehung tragen; aus dem Silber aber sind die hessischen Speciesthaler von 1717 geschlagen, auf welchen steht: Sic Deo placuit in tribulationibus. — So erzählen die Alchemisten.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

Nach solchen Beweisen zweifelten Viele nicht an der Richtigkeit der hermetischen Kunst, und in der juristischen Praxis wurde ihre Wahrhaftigkeit unbezweifelt angenommen. Im 12.—16. Jahrhundert gab noch der Stein der Weisen zu juristischen Streitigkeiten Anlaß, die sich besonders darum drehten, ob alchemistisch dargestelltes Gold, wenn es durch die Probirkunst von gewöhnlichem nicht unterschieden werden könne, letzterem an Werth gleichzustellen sei, oder für letzteres ausgegeben werden dürfe; eine Frage, welche zu bejahen Viele damals Anstand nahmen, weil es nicht ausgemacht sei, ob das juristische Gold auch die geheimen Kräfte des natürlichen habe. Später wurde dieser Umstand nicht weiter berücksichtigt, aber der juristische Glauben an die Existenz des Steins der Weisen stand fest. So z. B. erhielt der Schneidermeister Christoph Kirchhof von Lauban in der Oberlausitz 1668 von der Canzlei zu Breslau einen Wappenbrief mit einer silbernen Bulle, zu seiner Legitimation und zur Belohnung, »dafür, daß er

nicht allein denjenigen Lapillum oder Stein an das Licht gebracht, sondern auch noch dazu vermittelst göttlicher Hülfe und scharfes Nachsinnen, vornehmlich aber durch sein stetiges und unverdrossenes Laboriren, den Spiritum universalem von sich selbst erfunden.“ Ein Oesterreicher, J. F. von Rain, deducirte 1680, daß die Zweifler an der Existenz des Steins der Weisen sich des Verbrechens der Majestätsbeleidigung schuldig machen; weil nämlich mehrere Kaiser selbst die eifrigsten Alchemisten waren. Die Leipziger Rechtsgelehrten haben mehrmals ihre Ueberzeugung von der Existenz des Steins der Weisen klar ausgesprochen. Im Jahre 1580 fällten sie ein Urtheil gegen David Beuther, Leibalchemisten des Kurfürsten August von Sachsen. Dieser sollte zufällig in den Besitz einiger Beschreibungen gekommen sein, wie Particulartransmutationen anzustellen seien, und die Ausarbeitung derselben mit Hülfe einiger Anderer versucht haben, welchen er eidlich zusagte, nach Entdeckung des Geheimnisses es ihnen mitzutheilen. Er habe aber nicht Wort gehalten, wohl aber seines Dienstes bei dem Kurfürsten nur nachlässig gewartet. Das Leipziger Urtheil besagte, Beuther sei der Kenntniß des Steins der Weisen für überwiesen zu erachten; er solle darum peinlich befragt werden, wegen seiner Untreue gegen den Kurfürsten sei er zur Staupe zu schlagen, wegen seines Meineids gegen seine Genossen habe er zwei Finger zu verlieren, und schließlich sei er zum Wohl des Landes, damit das Geheimniß nicht anderen Potentaten bekannt werde, gefangen zu halten. — Noch im Jahre 1725 gab dieselbe Juristenfacultät ein Gutachten ab, wobei es sich um Silber, das in Gold verwandelt worden war, handelte. Die Gräfin Anne Sophie von Erbach hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt; zum Dank verwandelte dieser, welcher ein Adept war, der Gräfin sämmtliches Silbergeschirr in Gold. Ihr Gemahl, Graf Friedrich Carl, nahm davon die Hälfte in Anspruch, weil der Zuwachs des Werthes auf seinem Gebiete und in der Ehe erworben worden sei. Die Leipziger Rechtsgelehrten gaben ihm Unrecht: weil das streitige Object vor der Verwandlung als Eigenthum der Gräfin anerkannt worden sei, müsse es auch nach der Verwandlung ihr Eigenthum bleiben.

Juristische Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

War durch alle diese Umstände den Meisten vom 12.—17. Jahrhundert die Wahrheit der Alchemie wahrscheinlich gemacht, so ließ Habsucht viele Alchemisten die wenigen Zweifel, die sich ihnen etwa noch aufdringen

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

konnten, völlig übersehen. Durch nichts aber konnte die Habsucht mehr gereizt werden, als durch die großen Reichthümer, welche nach der Geschichte der Alchemie den wahren Adepten stets zu Gebote standen. Während die älteren griechischen Alchemisten nur überhaupt davon reden, daß dem Besitzer des Steins der Weisen Armuth stets fern bleibe, was sehr glaublich ist, liefert die Geschichte der Alchemie unter den Abendländern viel detaillirtere Angaben. Raymundus Lullus soll im 13. Jahrhundert den König Eduard III. von England zu einem Kreuzzuge aufgefordert, und um ihm die Mittel dazu an die Hand zu geben, ihm das Gold zu 6 Millionen Rosenobel gefertigt haben; der König aber brach sein Wort und verwendete das Geld für den Krieg gegen Frankreich. Besonderen Reichthum mit der hermetischen Kunst erwarb sich, wie die Alchemisten versichern, der Franzose Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert. Dieser war 1330 zu Pontoise geboren; er lebte zu Paris als Abschreiber. Im Jahre 1357 erwarb er um geringen Preis eine Handschrift auf Baumrinde, die zu entziffern er sich während 21 Jahren vergeblich abmühte. Er reiste nach Spanien, wo er in St. Jago de Compostella einen gelehrten Arzt fand, der ihm die Schrift verdeutlichte. Sie war von einem Juden Abraham an seine Glaubensgenossen gerichtet, und lehrte die Bereitung des Steins der Weisen. Der spanische Arzt und Flamel brachen zusammen nach Frankreich auf, um in Gemeinschaft das große Werk auszuführen. Auf der Reise aber erkrankte der erstere und starb. Flamel machte sich nun nach seiner Rückkehr, von seiner Gattin unterstützt, an das Werk, und 1382 konnte er wirklich Quecksilber in Gold oder in Silber nach Belieben verwandeln. Den erhaltenen Reichthum verwendete er zu frommen Zwecken; 14 Hospitäler stiftete er, drei Kapellen baute er von Grund auf, und erneuerte sieben Kirchen, die er reich dotirte. Noch 1742 wurden einige von ihm gestiftete Almosen in Paris vertheilt. Sein Todesjahr ist ungewiß.

Flamel's Geschichte hat zu vielen Untersuchungen Anlaß gegeben, woher sein Vermögen eigentlich stammte. Der Gelehrte Naudäus behauptete 1649, er habe es sich durch Wucher, namentlich in der Zeit der allgemeinen Judenverfolgungen erworben; doch kam zu Flamel's Zeit keine Hauptverfolgung der Juden vor. Naudäus' Untersuchung kam auch sehr spät; schon zu Flamel's Lebzeiten war auf Geheiß des Königs eine solche vom Parlament zu Paris eingeleitet worden, deren Resultat indeß nie bekannt wurde.

Noch viele andere Alchemisten haben sich angeblich durch ihre Kunst große Reichthümer erworben. Der Engländer Georg Ripley im 15. Jahrhundert soll den Johanniterrittern, als diese 1460 auf Rhodus von den Türken bedrängt wurden, mit seiner Kunst beigestanden, und ihnen nach und nach 100,000 Pfund, nach Einigen Gold, nach Anderen Sterling, als die Ausbeute seiner hermetischen Arbeiten zugeschickt haben. Um 1500 soll auch der Franzose Hieronymus Crinot gelebt haben, von welchem die Alchemisten versichern, er habe sich mit dem Stein der Weisen ein unglaubliches Vermögen erworben und dasselbe zur Stiftung von dreizehnhundert Kirchen verwendet. Wünschenswerth wären hier genauere Angaben, wo diese stehen und wer sie gezählt hat; allein sie fehlen. Die 84 Centner Gold und 60 Centner Silber, welche man 1612 in dem Nachlaß des Kaisers Rudolph II. zu Prag fand, die siebzehn Millionen Reichsthaler, welche Kurfürst August von Sachsen 1586 hinterließ, wurden gleichfalls als Ergebnisse der hermetischen Kunst angesehen, welche diese Herren besonders beschützten und bei deren Ausübung sie selbst Hand anzulegen geruhten.

Alchemistisch erlangte Reichthümer.

Bei solchen Resultaten, welche aus dem Besitz des Steins der Weisen hervorgingen, war der Wunsch nach Erlangung desselben wohl erklärlich. Aber die Wirksamkeit dieser Substanz beschränkt sich nicht auf die Verwandlung der unedlen Metalle in edle; sie erstreckt sich noch auf andere, höchst merkwürdige Erscheinungen.

Ich zähle hierher die von einigen späteren Alchemisten angegebene Gewichtsvermehrung, welche durch den Stein der Weisen hervorgebracht werden soll, daß z. B. Ein Gran des Steins, auf 3 Loth Queckſilber projicirt, 5 Loth Gold hervorbringt. Diese Wirkung, die als schlechterdings unmöglich angesehen werden muß, wenngleich einige Vertheidiger der Alchemie diese Vermehrung der Schwere mit der Verstärkung der magnetischen Kraft vergleichen, wird erst in neueren Zeiten erwähnt; sie begleitet nur wenige Beispiele von Transmutationen, welche uns die Geschichte der Alchemie aufbewahrt hat, aber sonderbarer Weise darunter gerade solche, denen die Alchemisten, welchen in diesen Sachen sogenannter historischer Beweis genügt, große Glaubwürdigkeit zugestehen.

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

Fast alle Metalle haben ein geringeres specifisches Gewicht als Gold; werden sie also in dieses verwandelt, so muß entweder bei gleichbleibendem Gewicht das Volum abnehmen, oder bei gleichbleibendem Volum das Ge-

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

wicht zunehmen. — Daß das Erstere stattfinde, wird in mehreren Transmutationsgeschichten ausdrücklich erwähnt. So z. B. sagt van Helmont bei der Beschreibung, wie er Queckſilber in Gold verwandelt habe: das flüſſige Metall habe ſich nach der Projection in einen Klumpen zuſammengezogen (resedit instar olkae ſind ſeine Worte). So zeigen auch Münzen, welche urſprünglich aus Silber beſtanden, aber auf der einen Seite durch alchemiſtiſche Mittel in Gold verwandelt worden ſein ſollen, auf dieſer letzteren eine poröſe Oberfläche, angeblich auch wegen der Verdichtung des Silbers zu Gold. — Das Entgegengeſetzte, wo das abſolute Gewicht zunahm, ſoll nach der Verſicherung der Alchemiſten in Transmutationen, wie die folgende, vorgekommen ſein.

Im Jahre 1750 conditionirte in der Officin des Franke'ſchen Waiſenhauſes zu Halle ein Apotheker, Namens Reuſſing, deſſen Charakter überall als unverdächtig, deſſen Kenntniſſe in der Chemie als genügend geſchildert werden. Ihn gewinnt ein Fremder lieb, der ſich damals in Halle aufhielt, die Apotheke manchmal beſuchte und ſich mit ihm über chemiſche Gegenſtände unterhielt. Von dieſem zum Beſuch eingeladen, folgt Reuſſing der Aufforderung, und erhält von dem Fremden einige Stäubchen eines grauen Pulvers zum Geſchenk, ſoviel als an der inneren Höhlung eines Löffelchens von der Größe eines Ohrlöffels von ſelbſt hängen bleibt. Dieſe Stäubchen wiſcht der Fremde mit etwas Baumwolle ab, wickelt dieſe in Papier, und giebt es dem Apotheker, mit der Anweiſung, es auf ſchmelzendes Silber zu werfen. Reuſſing thut es; in dem Laboratorium der Waiſenhausapotheke, einem Ort, wohin kein Fremder kommen konnte, ſchmilzt er einen ſilbernen Löffel von $2\frac{1}{2}$ Loth Gewicht und wirft das Papier darauf. Er läßt noch fortſchmelzen, gießt dann ſein Metall aus, und findet, daß er nun 3 Loth reines Gold hat. Er ſucht den Adepten auf, allein dieſer hatte ſich von Halle bereits entfernt. Er geht zu einem Goldarbeiter, welcher das Product kunſtgemäß prüft, es für reines Gold erklärt und um den gewöhnlichen Preis ankauft. — Dieſe Geſchichte wurde 1774 von Reuſſing's Schwiegerſohne, dem Kriegs- und Domainenrath Dr. von Leyſſer, Berg- und Salinendirector zu Halle, mitgetheilt, der ſich in den Naturwiſſenſchaften rühmlich bekannt gemacht hat.

Andere Erzählungen klingen verdächtiger, und werden von den Anhängern der Alchemie ſelbſt als nicht ganz ſtichhaltig angeſehen. So z. B. zog im Anfange des 18. Jahrhunderts ein gewiſſer Baron von Dierbach

herum, der früher Oberstlieutenant in polnischen Diensten gewesen war, und von einem Unbekannten eine Portion des Steins der Weisen erhalten haben wollte. Diese verwandelte glühendes Silber in Gold, und zwar gab $^1/_{10}$ Gran der geheimnißvollen Substanz mit 60 Gran Silber 72 Gran Gold, wie der dänische Canzleirath Dippel († 1734) erzählt, auf dessen Zeugniß aber sehr wenig zu geben ist, da er selbst einer der verblendetesten Alchemisten seiner Zeit war. — Von sonstigen Beispielen einer solchen Gewichtszunahme erwähne ich hier noch der Transmutationen, welche 1761 zu Coblenz vorkamen. Ein Alchemist Johann Georg Stahl, aus dem Nassauischen gebürtig, der in der Umgegend unter anderen Namen schon durch seine Metallverwandlungen vieles Aufsehen erregt hatte, kam zu dem Kur-Trier'schen Münzdirector zu Coblenz, Hofrath v. Meidinger, und machte in seiner Gegenwart und im Beisein mehrerer anderer Münzbeamten folgende Versuche. 167 Loth Kupfer wurden geschmolzen, und $7^1/_2$ Loth eines grauen Pulvers darauf gegeben; das ausgegossene Metall wog $232^1/_2$ Loth, worin nach kunstgemäßer Untersuchung $65^1/_2$ Loth Silber waren. Ein anderes Mal behandelte Stahl 25 Pfund Kupfer mit 2 Pfd. seines Pulvers; man erhielt 48 Pfund 8 Loth Metall, worin 23 Pfund 8 Loth Silber befunden wurden. Bei allen diesen Projectionen änderte sich also das Gewicht und die Natur des unedlen Metalls nicht; die verhältnißmäßig kleine Menge Steins der Weisen schuf in Berührung mit dem unedlen Metall das Silber gewissermaßen aus Nichts. — Eine Aufklärung dieser unglaublichen Geschichten wurde nicht erlangt; das zur Projection gebrauchte Pulver untersuchte Meidinger, dem es gelungen war, eine Probe davon zu erhalten, aber er fand darin nichts Metallisches. Stahl wurde von dem Kurfürsten von Trier zur Silberfabrication engagirt, ergab sich aber einem wüsten Leben, und wollte sein Geheimniß nicht verrathen. Er wurde verhaftet und mit der Folter bedroht, allein ehe es zur Ausführung der peinlichen Inquisition kam, entfloh er sammt den Wächtern, die zu seiner Aufsicht bestellt waren.

Ueber die gewichtsvermehrende Kraft des Steins der Weisen.

Die Eigenschaft des Steins der Weisen, eine absolute Gewichtsvermehrung zu bewirken, wiegbare Materie aus Nichts zu schaffen, kommt, wie gesagt, erst in den späteren Zeiten der Alchemie vor. Wenden wir uns nun zu einer andern gleich wunderbaren Eigenschaft, die in den früheren Zeiten die Köpfe der Alchemisten verdreht hat. Es ist dies die Eigenschaft des Steins

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

als Universalmedicin, daß er, wie auf die unedlen Metalle veredlend, so auf den menschlichen Körper heilend, stärkend und verjüngend einwirkt. In diesem Sinne heißt er auch die große Panacee.

Der Glaube an diese Eigenschaft findet sich nicht vor dem 8. Jahrhundert; vielleicht beruht er auf einem Mißverständniß, auf einer wörtlichen Auffassung bildlicher Redensarten. Es wird dies sehr wahrscheinlich, wenn man untersucht, wie sich dieser Irrglaube allmälig einschleicht und befestigt, in welchem Sinne sich bei den ersten Alchemisten die Begriffe Krankheit und Heilung derselben durch den Stein der Weisen erwähnt finden. Bei den griechischen Alchemisten vom 4. bis 8. Jahrhundert ist von der Eigenschaft des Steins der Weisen als einer Universalmedicin noch nirgends die Rede, wohl aber findet man schon um 400 nach Chr. bei Synesius in seinem Commentar zu des falschen Democrit's Werken öfters Stellen, wie: »Verfährst du richtig nach meiner Vorschrift, so wirst du glücklich sein, und die böse Krankheit, die Armuth, heilen.« Bei den Arabern vom 8. Jahrhundert an finden wir das Bild von Krankheit und Heilung anders angebracht. Bei ihnen heißen die unedlen Metalle kranke, welche man mittelst des Steins der Weisen, bei Geber der Medicin der dritten Ordnung, heilen, d. h. in edle verwandlen will. »Bringt mir die sechs Aussätzigen (Silber, Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn), daß ich sie heile (in Gold verwandle),« sagt z. B. Geber; und wahrscheinlich hat er nur in dieser Bedeutung von der Anwendung des Steins der Weisen als Heilmittel gesprochen, und die einzige Stelle, aus der man das Gegentheil schließen könnte, wo er nämlich von ihm sagt: est medicina lactificans et in juventute conservans, hat vielleicht diesen Sinn erst unter der Feder der lateinischen Uebersetzer gefunden, zu deren Zeit der Glaube an die Universalmedicin allgemein anerkannt war. Denn schon im 13. Jahrhundert finden wir bei den christlichen Alchemisten des Abendlandes die figürlichen Redensarten der Byzantiner und Araber ganz wörtlich genommen und demgemäß weiter ausgeführt. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus überbieten sich in Anpreisungen der Heilkraft des Steins der Weisen. Der Erstere namentlich äußert sich in seinem Rosarius sehr bestimmt: Sic enim habet virtutem efficacem super omnes alias medicorum medicinas, omnem sanandi infirmitatem, eo quod est occultae et subtilis naturae; conservat sanitatem, roborat firmitatem, et ex sene facit juvenem, et omnem eorum expellit aegritudinem. —

Haec medicina super omnes alias medicinas et mundi divitias est sane perquirenda. Anbei giebt er an, daß der Stein der Weisen einem Kranken innerlich gegeben zur Heilung um so längere Zeit, 1 Tag bis 12 Tage, brauche, je länger schon die Krankheit, 1 Monat bis 1 Jahr, gedauert habe. Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

Raymund Lull versichert, er sei wieder ganz jung und munter geworden, als er in hohem Alter sich der Panacee bedient habe; wir werden gleich sehen, worauf diese Wirkung wohl beruht haben mag. Aus dem 14. Jahrhundert spricht besonders Johann Isaac Hollandus in seinem Opus Saturni als bedeutende alchemistische Autorität für die Heilkraft des Steins der Weisen. Ein Weizenkorn groß von demselben soll in Wein gelegt werden, und diesen der Kranke trinken; die Wirkung des Steins werde zum Herzen dringen, und sich auf alle Säfte verbreiten, der Kranke werde schwitzen, aber dabei nicht matter, sondern immer stärker und lustiger werden. Diese Gabe soll neun Tage lang wiederholt werden, wo es dem Menschen dünken soll, er sei kein Mensch mehr, sondern ein Geist, so leicht und luftig seien ihm alle seine Glieder; es solle dem Menschen zu Muthe werden, als sei er neun Tage im Paradiese und nähre sich von dessen Früchten. So aber ein Gesunder sich alle Woche der obigen Dosis bediene, so bleibe er gesund und bei Leben, bis zu der Stunde, so ihm von Gott gesetzt ist. Die letzte Clausel wurde aber nicht einmal von allen Alchemisten respectirt. Salomon Trismosin, von welchem Paracelsus 1520 zu Constantinopel in die Geheimnisse der hermetischen Kunst eingeweiht worden sein will, versichert in seinem 1490 geschriebenen Aureum Vellus, er habe sich in hohem Alter mit einem Gran des Steins plötzlich verjüngt, so daß seine gelbe runzliche Haut wieder glatt und weiß, die Wange roth, das graue Haar wieder schwarz und der gekrümmte Rücken gerade wurde; Frauen von siebzig bis neunzig Jahren habe er mittelst des Steins der Weisen wieder so jung und rüstig gemacht, daß sie noch mehrere Kinder geboren; und ein Leichtes sei es ihm, mittelst desselben sich so lange am Leben zu erhalten, um den jüngsten Tag mit ansehen zu können. — Zu derselben Zeit spricht sich auch Basilius Valentinus, namentlich in seinem Tractat von natürlichen und übernatürlichen Dingen, folgendermaßen aus: »Keine Armuth wird der Besitzer des Steins der Weisen spüren; keine Krankheit wird ihn rühren, und kein Gebreste ihm schaden, bis zu dem gesetzten Ziel des Todes, bis zu der letzten Stunde, so ihm von seinem Himmelskönige gesetzt ist.«

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

So gestaltete sich die Ansicht über die Wirkung des Steins der Weisen als Universalmedicin. Wie er aus einem Mißverständniß wahrscheinlich entstanden ist, habe ich oben angegeben; sehen wir nun, was zu seiner Erhaltung beigetragen hat. Bei den ersten Alchemisten, die sich darüber deutlicher aussprechen, mag der Glaube daran eine Stütze in den Erscheinungen gefunden haben, welche einige damals mehr bekannt werdende Substanzen auf den menschlichen Organismus ausüben. Eine solche Substanz, welche schon in kleiner Menge deutlich kräftigend wirkt, scheint der Weingeist zu sein, über welchen sich die Schriftsteller des 13. Jahrhunderts in sehr hochtrabenden Reden ausdrücken. Arnold Villanovanus verwandte viel Mühe darauf, diesen Stoff in eine wohlschmeckende Form zu bringen, und giebt Mittel an, durch Zusatz von Zucker und Gewürzen einen der Beschreibung nach sicher recht wohlschmeckenden Liquor zu bereiten. Den Weingeist scheint Raymund Lull als Panacee betrachtet zu haben, denn seine Wirkung entspricht sehr wohl dem, was dieser Spagiriker von der verjüngenden und stärkenden Kraft derselben sagt; und anderswo sagt er geradezu von jenem Getränke, es sei die consolatio ultima corporis humani. Schon in jener Zeit führte auch der Weingeist den Namen aqua vitae. Wie gewöhnlich zogen diese Männer von einer einzelnen Erfahrung die allgemeinsten Schlüsse, und boten diese der gläubigen Nachwelt als ausgemachte Wahrheiten dar. Als durch die Alchemisten des 13. Jahrhunderts erst einmal die Allwirksamkeit des Steins der Weisen als Medicin ausgesprochen war, konnte unter ihren Nachfolgern keiner sie leugnen, wenn er sich den Ruhm eines Adepten erhalten wollte. Auch war der Meinung der Alchemisten nach nichts natürlicher, als diese Wirkung. Die veredlende Kraft des Steins mußte sich auf Alles erstrecken, Alles veredeln; die Veredlung der Metalle besteht in der Verwandlung zu Gold; eine Veredlung der kranken Organe kann nur in ihrer Umwandlung zu gesunden stattfinden. Wodurch sollten sich auch die von Gott so hochbegabten Menschen vor der Zeit der Sündfluth ihr alle Begriffe übersteigendes langes Leben gefristet haben, wenn nicht durch die Panacee? Zwei Engländer, Edmund Dickinson und Theodor Mundan, wechselten von 1680 bis 1690 gelehrte Schriften, woraus deutlich hervorging, daß nur durch die Universalheilkraft des Steins der Weisen die Patriarchen ihr hohes Alter erreicht haben. Aber man brauchte mit Beispielen für diese Wirksamkeit desselben gar nicht so weit zurückzugehen; neuere, von den Alchemisten allgemein geglaubte, la-

gen in Menge als historische Beweise vor. Artephius, ein lateinischer Alchemist des 12. Jahrhunderts, legte sich ein Alter von mehr als tausend Jahren bei, und Niemand widersprach ihm. Bescheiden erscheint Trautmannsdorf, der aus dem Geschlechte der Reichsgrafen von Trautmannsdorf stammte, und im Anfange des 17. Jahrhunderts als Einsiedler zu St. Michael bei Trient lebte. Wißbegierigen Reisenden, welche ihn in seiner Klause besuchten, zeigte er den Stein der Weisen, und gab als sein Geburtsjahr nur 1462 an, wonach er mit Hülfe seiner Panacee damals etwas über 140 Jahre alt gewesen wäre. Noch im 18. Jahrhundert fanden solche Erzählungen von künstlicher Erlangung eines hohen Alters willige Gläubige unter den Alchemisten; dem Venetianer Fridericus Gualdus, welcher 1724 als einer der eifrigsten Rosenkreuzer starb, legte man ein Alter von 400 Jahren bei, und der bekannte angebliche Graf St. Germain, welcher von 1770 bis 1795 von sich reden machte, wollte durch die Universalarznei über 350 Jahre alt geworden sein. Auch im Orient gab es Leute, welche mit solchen Geschichten sich bedeutend zu machen suchten. Der Franzose Paul Lucas bereiste um 1700 auf Kosten seiner Regierung die Morgenländer, und traf auch da auf viele Alchemisten. Zu Bursa in Kleinasien sprach er in einem Versammlungsorte von Derwischen zu, unter welchen sich namentlich einer, ein geborner Usbeke, der sich durch seine vielseitige Kenntniß aller Sprachen auszeichnete, viel mit ihm unterhielt. Dieser Derwisch sah aus wie ein Mann in den Dreißigen, gab aber sein Alter auf mehr als hundert Jahre an und versicherte, ächte Adepten würden in der Regel durch die Wunderkraft des Steins der Weisen tausend Jahre und darüber alt. So z. B. lebe der berühmte Nicólaus Flamel, dessen wir oben (S. 174) erwähnten, noch; ihn sammt seiner Gattin habe er (der Derwisch) vor drei Jahren im besten Wohlbefinden in Ostindien gesehen. — Die europäischen Alchemisten wußten für diese Nachricht dem guten Derwisch ihren besten Dank.

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

Der Glaube an die Heilwirksamkeit des Steins der Weisen nahm verhältnißmäßig schon früh ab. Schon der Alchemist Schwertzer, zu Ende des 16. Jahrhunderts, versicherte offen, an seinem Stein der Weisen nicht die geringste Heilkraft wahrnehmen zu können, und gegen das Ende des 17. Jahrhunderts berichtet Kunkel, daß die Kurfürsten von Sachsen, ob sie gleich verschiedene Vorschriften zur Darstellung der Tinctur besessen hätten, kein Mittel kannten, um sie in eine Panacee umzugestalten. Jener Glaube erhielt sich, so

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

lange überhaupt die Metallveredlung und die Heilung der Krankheiten als analoge Erscheinungen betrachtet wurden, so lange man unter Pathologie, wie es die Jatrochemiker thaten, nur eine Anwendung der chemischen Erfahrungen verstand, und alle chemischen Meinungen sich in der Erklärung der Erscheinungen im Organismus abspiegelten. Jener Glaube verlor sich, als von dem Anfange des 18. Jahrhunderts an ausgezeichnete Aerzte, wie Stahl und Hoffmann, welche zugleich die gründlichsten Chemiker ihrer Zeit waren, sich gegen eine solche Vermischung erklärten, und ihre Ansichten zu den herrschenden zu machen wußten.

Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen.

Außer den bisher besprochenen Eigenschaften hat der Stein der Weisen noch einige nicht minder wunderbare. Dahin gehört z. B., was der Anhaltsche Leibarzt Julius Sperber, einer der bedeutenderen Alchemisten um 1600, in seiner Isagoge anführt: daß der Stein der Weisen aus Kieselsteinen Edelsteine mache, tausend Perlen in eine einzige, überaus schöne, zusammenfüge, das Glas hämmerbar mache, abgestorbenen Bäumen ihre Fruchtbarkeit wiedergebe, u. s. w. Ueber die Beilegung noch anderer Eigenschaften wird sich erst dann eine richtige Ansicht gestalten, wenn wir erfahren, wie die Erlangung des Steins der Weisen auf göttlicher Prädestination beruht. Diese Eigenschaften sind nicht mehr nur materiell wirkende, wie Verwandlung in Gold, Gewichtsvermehrung und Wirksamkeit als Panacee, sondern es sind moralisch wirkende, und ihr Einfluß erstreckt sich selbst über das Grab hinaus. Morienes im 11. Jahrhundert deutet schon an, daß in der Stunde, wo der Stein der Weisen seine Vollendung erhalte, sich unaussprechbare Wunderdinge ereignen. Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert versichert, so der Stein von Jemand verfertigt sei, verwandle er den bösen Menschen in einen frommen; er rotte in ihm aus die Wurzel aller Sünde, den Geiz; er mache ihn freigebig, sanftmüthig und gottesfürchtig, so bös und verkehrt er auch immer bis dahin gewesen sei. Denn er werde gleichsam entzückt von der großen Gnade und Barmherzigkeit, deren ihn Gott in der Offenbarung seiner wunderbaren Werke theilhaftig mache. Graf Bernhard von Trevigo im 15. Jahrhundert sagt, der glückliche Erfolg in der Bereitung des Steins der Weisen ziere den Menschen mit solchem Verstande, daß er das Gute erkenne und fromm werde, wenn er auch früher noch so gottlos gewesen sei. Thomas Norton äußert sich in seinem 1477 geschriebenen Credo mihi seu Ordinale: Subvenit alicui in

necessitatibus, tollit vanam gloriam, spem et timorem, submovet ambitionem, violentiam et excessum, mitigat adversitates ne quem opprimant. Proxime post sanctos suos Dens hos collocat in coelo, qui artem sunt adepti. Sendivogius im Anfange des 17. Jahrhunderts versichert, der Stein der Weisen sei ein Spiegel, und wer ihn habe und hineinsehen könne, der erblicke darin die drei Theile der Weisheit der ganzen Welt und werde so weise als Aristoteles und Avicenna. In diesem Sinne deutete man auch die Stelle der Tabula smaragdina: fugiet a te omnis obscuritas, nämlich des Geistes. — Alle Alchemisten des 17. Jahrhunderts noch stimmen ein in den Jubel, welche Glückseligkeit der Stein der Weisen seinem Besitzer bringe. Als Probe gebe ich hier nur Einiges aus Johann Pordage's (eines englischen Geistlichen aus dieser Zeit, gest. 1626) philosophischem Sendschreiben vom Stein der Weisen: »Nunmehr ist der Stein »fixirt, das Elixir des Lebens bereitet, das liebe Kind geboren. Fahr' hin, »Fall, Hölle, Fluch, Tod, Drache, Thier und Schlange. Gute Nacht, »Sterblichkeit, Furcht, Trauern und Elend. Nun wird sich Erlösung, Heil »und Wiederbringung alles dessen, was verloren war, wiederfinden, weil »ihr nunmehr das große Secret und Geheimniß habet. Dies ist der edle »Held, der Schlangentödter, der den Drachen unter die Füße wirft und »zertritt. Die alten Philosophen nennen ihn ihren weißen und rothen Lö»wen, die Schrift nennt ihn den Löwen des Hauses Israels oder Juda's »oder Davids.«

Sonstige wunderbare Eigenschaften des Steins der Weisen.

Genug des mystischen Unsinns. Gehen wir nun dazu über, in welchen Stellungen die Alchemisten im Allgemeinen lebten, und auf welche Art sie den Stein der Weisen zu erlangen trachteten.

III. Stellung und Verhältnisse der Alchemisten.

Stellung der Alchemisten.

Die lockenden Eigenschaften, welche dem Stein der Weisen beigelegt wurden, ließ die Alchemie in allen Ständen getrieben werden. Vorzugsweise aber fand sie stets unter dem Priesterstande Verehrer, und wie die ersten Keime der Alchemie vielleicht unter der geheimnißvollen Pflege der ägyptischen Priester sich entwickelten, so blieb auch später unter den christlichen Völkern der geistliche Stand vorzugsweise der Beschäftigung mit der hermetischen Kunst zugethan. Gleich zu der Zeit, von wo an wir etwas genauere Kenntniß über die Alchemie haben, von 400 n. Chr. ungefähr an, sind es hauptsächlich Geistliche, welche sich mit der Kunst beschäftigen oder als ihre Patrone genannt werden. Der Commentar zu des angeblichen Democrit's Werken ist von Synesius, der später christlicher Bischof ward, verfaßt, und in Form eines Briefes an Dioscoros, einen Priester des Serapis zu Alexandrien, gerichtet. So ist auch noch die Abhandlung des Michael Psellos περὶ χρυσοποιΐας (aus der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts) an den Patriarchen von Constantinopel, Joannes Xiphilinos, gerichtet. Unter den Arabern waren es hauptsächlich die Aerzte, welche sich mit der hermetischen Kunst beschäftigten (die Alchemisten aus späterer Zeit, welche unter den Muhamedanern getroffen werden, sind indeß auch meist Derwische), aber sowie die Alchemie in den Abendländern allgemeiner bekannt wurde, gehört sogleich auch wieder die Mehrzahl ihrer Anhänger dem geistlichen Stande an. Von Haimo im 9. Jahrhundert bis zu Basilius Valentinus im 15. existirt fast kein bedeutender Alchemist, der nicht auch die priesterliche Weihe gehabt hätte. Haimo selbst starb 853 als Bischof zu Halberstadt. Aus dem 13. Jahrhunderte war Albertus Magnus Dominikaner, Roger Baco Franciscaner, Raymund Lull gehörte dem Minoritenorden an; Thomas von Aquino (geboren 1224 zu Aquino in Apulien, gestorben 1274), des Albertus Magnus Schü-

ler in der Theologie und Alchemie, in welcher letzteren er indeß mehr nur als theoretisirender Schriftsteller auftrat, war, wie sein Lehrer, Dominicaner, und wurde nach seinem Tode gar unter die Heiligen versetzt. Arnold Villanovanus ist der einzige bedeutendere Alchemist dieses Jahrhunderts, der nicht dem geistlichen Stande angehörte. Auch von den untergeordneteren Spagirikern waren die meisten Geistliche, ohne daß indeß dieser Stand ganz allein sich mit Ausübung der Alchemie befaßt hätte. Albertus Magnus erzählt schon in seiner Alchymia: Inveni multos praedivites, literatos, abbates, praepositos, canonicos, physicos et illiteratos, qui pro eadem arte magnas fecerunt expensas. Auch Alphons X, König von Kastilien, zählen aus diesem Jahrhundert die Alchemisten zu den ihrigen, indeß auf nur sehr zweifelhafte Angaben hin. — Im 14. Jahrhundert hatte das alchemistische Streben bereits in allen Klassen so um sich gegriffen, und die damit stets verbundenen Betrügereien wurden so zahlreich, daß die geistliche und weltliche Macht zur Unterdrückung derselben Edicte erließ, die indeß nur wenig Erfolg hatten, da andrerseits die Alchemie wieder bei den mächtigsten Herrschern Schutz und Aufmunterung fand (vergl. unten bei den Patronen der Alchemie). Das Interesse für die hermetische Kunst nahm immer zu und wurde immer allgemeiner. Jean de Meun (der um 1300 als Hofpoet Philipp's des Schönen zu Paris lebte) schenkte ihr als einem der besprochensten Gegenstände seiner Zeit Aufmerksamkeit, als er das beliebte Gedicht eines älteren Sängers, des Guillaume de Loris, den Roman de la Rose, umarbeitete und beendigte. In episodischer Darstellung gab er darin ein Zwiegespräch zwischen der Natur und dem Alchemisten; die erstere klagt, daß sich der Alchemist zu wenig darum bekümmere, ihre Geheimnisse theoretisch zu erforschen, und zuviel auf bloßes Probiren gäbe. Der Dichter selbst giebt les remontrances de la nature à l'alchymiste errant summarisch an: Stellung der Alchemisten.

Comme nature se complaint
Et dit sa douleur et son plaint
A ung sot souffleur sophistique
Qui n'use que d'art méchanique.

Der Alchemist sieht sein Unrecht ein, und der Dichter schildert:

Comment l'artiste, honteux et doulx,
Est devant Nature à genoulx
Demandant pardon humblement
Et la remerciant grandement.

Stellung der Alchemisten.

Ich führe dies an, um zu zeigen, wie schon im Anfange des 14. Jahrhunderts die Alchemie eine gewissermaßen populäre Sache war, welche nicht bloß bei Gelehrten, sondern auch bei dem größeren Publikum Aufmerksamkeit fand. Es wird dies weiter bezeugt durch die größere Menge alchemistischer Schriftsteller, die nun schon auftreten, von welchen ich indeß hier keine Zusammenstellung zu geben brauche, da die bedeutenderen schon in der allgemeinen Geschichte genannt sind, oder in diesem Abschnitte gelegentlich angeführt werden. Geistliche sind es immer noch vorzugsweise, die der Alchemie ihre Kräfte widmen, und in italienischen, französischen, deutschen und englischen Klöstern wurde damals schon viel und stark laborirt.

Von dem 15. Jahrhundert gilt das Gleiche; die Zahl der Alchemisten stieg immer noch; zu den Geistlichen gesellten sich noch Liebhaber der Wissenschaft im Allgemeinen, Aerzte und andere Fachgelehrte, um den Stein der Weisen darstellen zu lernen: auch Männer der Industrie, welche sich gern mit der fabrikmäßigen Darstellung des Goldes befassen wollten, und von den Regierungen Patente darauf ertheilen ließen, wie dies gleich näher angegeben werden soll. Die regierenden Häupter begünstigten die hermetische Kunst möglichst; mehrere Fürsten laborirten selbst, und der zweite Sohn Friedrich's des Ersten, Kurfürsten von Brandenburg, Markgraf Johann, welcher 1440 die Regierung der Burggrafschaft Nürnberg antrat, trägt in der Geschichte seines Hauses den Beinamen des Alchemisten. Andrerseits theilte sich die alchemistische Richtung auch einer Klasse von planlosen Abenteurern mit, welche mit geringen oder gar keinen chemischen Kenntnissen umherzogen, spähend, ob sie nicht irgendwo in den Besitz des Geheimnisses kommen könnten, und Unwissenderen sich als Adepten vorstellten, um in ihrem Sold und auf ihre Kosten laboriren zu können, bis sich eine Gelegenheit zum Weiterkommen darbot. Bei den alchemistischen Dilettanten, welche gern in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten, ohne sich gerade mit den Handarbeiten zu beschäftigen, beglaubigten sich diese fahrenden Alchemisten als Meister der Kunst entweder, wenn sie noch ehrlich waren, durch Anstellung neuer, an sich interessanter, chemischer Experimente, oder aber meist geradezu durch Verwandlung unedler Metalle in Gold, wobei zwar nicht der wahre Stein der Weisen, aber doch die Fingerfertigkeit und Taschenspielerkunst des Experimentators thätig war.

Diese vagabundirenden Künstler spielen in der Geschichte der Alchemie des 16. und 17. Jahrhunderts eine um so bedeutendere Rolle, als der Eifer

für Alchemie zu dieser Zeit immer noch im Steigen ist. Der Abbruch, welcher der praktischen Alchemie aus der Reformation durch die Aufhebung vieler Klöster erwuchs, wurde reichlich ersetzt durch die vermehrte Publicität, welche nun viele alchemistische Schriften bekamen, die früher nur ganz locales Ansehen genossen hatten. Die protestantische Geistlichkeit zeigte sich auch der Alchemie nicht abgeneigt; die Potentaten begünstigten sie mehr als je, arbeiteten auch ämsig selbst, und boten den fahrenden Alchemisten willig Aufmunterung dar. Die Gelehrten aller Fächer glaubten an die Richtigkeit der hermetischen Kunst, und die wenigen Zweifler wurden vor der Einstimmigkeit der übrigen kaum bemerkt. Stellung der Alchemisten.

Den Geist jener Zeit bezeichnet sehr gut das öffentlich ausgesprochene Verlangen des gelehrten Dr Joachim Tancke (geboren 1557 zu Perleberg in der Mark, Professor der Medicin zu Leipzig, gestorben 1609), man solle auf Universitäten einen eigenen Professor der Alchemie bestellen, den Geber und Raymund Lull neben dem Galenus expliciren, und die alten alchemistischen Bücher eben so gut zum Gegenstand der Erklärung nehmen, als das Corpus juris. Die Folgen von solchen öffentlichen Empfehlungen waren denn, daß sich vom König bis zum Handwerker und Bauer alles mit Alchemie abgab; Verschwender und bankerotte Kaufleute suchten darin das Mittel, wieder zu Vermögen zu gelangen; reiche Leute glaubten ihr Geld nicht besser anlegen zu können, als indem sie die Kosten zur Darstellung des Steins der Weisen damit bestritten. Die eigentlichen gelehrten Alchemisten waren damit nicht zufrieden, daß ihre Kunst so gemein gemacht wurde, und ergossen ihre Klagen darüber in Poesie und Prosa. Von den Mitgliedern der gleich zu erwähnenden alchemistischen Gesellschaft zu Nürnberg, die sich für absonderlich hochbegabt hielten, haben wir namentlich solche Schilderungen von dem Mißbrauche der hermetischen Kunst, welche über den Zustand der Alchemie im Anfange des 18. Jahrhunderts ganz gut belehren; ein dortiger Pastor Chr. Bezzel dichtet um 1700:

Wer im gemeinen Dienst dem Staat nichts nützen kann,
Wer jung, als Passagier, sein Hab und Gut verthan,
Will nun im Müssiggang, aus Gläsern, Rauch und Kohlen
(Schaut doch dies Wunderwerk) des Schadens sich erholen.

Ein Anderer, Franz Gassmann aus Schlesien (welcher als Arzt zu Passau lebte, mit der Nürnberger Gesellschaft in eifriger Correspondenz stand, und als alchemistischer Schriftsteller unter dem Namen Pantaleon

Stellung der Alchemisten.

sich ungemeinen Ruf erwarb), läßt sich in seinem Examen alchemisticum (1676) vernehmen:

Es will fast Jedermann ein Alchemiste heißen,
Ein grober Idiot, der Junge mit dem Greisen;
Bartscheerer, altes Weib, ein kurzweiliger Rath,
Der kahlgeschorne Münch, der Priester und Soldat.

Es war um 1700 kein Stand, in welchem sich nicht Alchemisten gefunden hätten; schon früher indeß waren sie so zahlreich, daß sogar die Errichtung eigener alchemistischer Gesellschaften möglich war.

Alchemistische Gesellschaften.

Bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts arbeiteten die Alchemisten meist einsam, Keinem trauend, und offene mündliche Mittheilung sogar als sündhaft ansehend. Jetzt aber veranlaßte das allgemeine Streben nach Metallverwandlung und der ungünstige Ausgang, welchen die Versuche der meisten Alchemisten genommen hatten, daß Mehrere gemeinsam versuchten, was dem Einzelnen zu vollbringen zu schwer fiel. Es bildeten sich Gesellschaften, mit dem Zwecke, gemeinschaftlich an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Bei den Arabern, wo sich mit dem Glauben an den Stein der Weisen frömmelnde Schwärmerei nie verbunden hatte und offene Discussion über den ersteren Gegenstand nie als sündhaft betrachtet worden war, scheint schon früher collegialische Berathung hinsichtlich der Mittel, das große Geheimniß zu erlangen, gepflogen worden zu sein, wenigstens berichtet Leo Africanus aus dem Ende des 15. Jahrhunderts, daß die Alchemisten zu Fez an der Nordküste von Afrika täglich gegen Abend in einer Moschee zusammengekommen seien, um sich über die Fortschritte in ihren Untersuchungen zu unterhalten und zu belehren. Im Anfange des 17. Jahrhunderts erst kommen solche Vereinigungen in großem Maßstabe auch in dem abendländischen Europa vor. Kleinere Associationen wurden zwar schon früher versucht (wie z. B. 1539 ein hermetischer Verein in Paris bestand, wo durch tägliches Philosophiren die Kunst gefördert werden sollte), allein ihre Existenz war stets nur ephemer, und ihr Einfluß auf die Alchemie kaum wahrnehmbar.

Rosenkreuzer.

Einen wirksamen Anfang machte erst die Gesellschaft der Rosenkreuzer, Fraternitas roseae crucis, deren Treiben sich bis über die Mitte des 18. Jahrhunderts erstreckt. Einem Scherz ihre Entstehung verdankend, wurde diese Gesellschaft eine der verbreitetsten und einflußreichsten aller Zeiten. Ein würtembergischer Geistlicher, Johann Valentin Andreä, hatte das

tolle Streben der Alchemisten und den theosophischen Unsinn, welchen sie mit dem Glauben an die Allwirksamkeit des Steins der Weisen verbanden, näher kennen gelernt; als Satyre darauf schrieb er eine »Chymische Hochzeit des Christian Rosenkreuz«, welche, von 1603 an in Handschriften circulirend, von 1616 an durch den Druck bekannter wurde. Er stellte die herrschenden Ansichten als die einer geheimen Gesellschaft dar, deren Ursprung er genau angab. Ein gewisser Christian Rosenkreuz habe um 1378 den Orient bereist, und sich dort in alle Mysterien der hermetischen Kunst einweihen lassen. In sein Vaterland zurückgekehrt, habe er nur wenigen ausgezeichneten Männern Einiges davon mitgetheilt; die Enthüllung aller Geheimnisse aber habe man in den ersten Jahren des 17. Jahrhunderts in seinem Grabe schriftlich niedergelegt gefunden, und einem kleinen Cirkel der Würdigsten gehöre jetzt die Kenntniß von dem Stein der Weisen und dem Mittel, das Leben zu verlängern, an. Diese Gesellschaft nenne sich die der Rosenkreuzer, und der Eintritt in dieselbe sei nur den ausgezeichnetsten Denkern und den eifrigsten Spagirikern gestattet. — Was anfangs nur als Satyre dem Autor vorgeschwebt hatte, trat bald in Wirklichkeit ein. Kaum war die Idee zu einer solchen Gesellschaft gegeben, als sich auch schon Leute fanden, die ihr beitreten wollten, und andere, welche sich als ihr angehörig bekannten und für sie warben. Viele Alchemisten, viele Geistliche und viele Aerzte zählten sich zu ihr, nicht bloß in Deutschland, sondern auch in Holland, Frankreich, England und Italien. In Bezug auf Alchemie bestanden eigentlich eine Menge kleiner Rosenkreuzergesellschaften; einzelne stellten sich als Obere des geheimnißvollen Bundes hin, nahmen andere auf, ließen diese nach dem Stein der Weisen suchen, und versprachen, auf zuverlässige Berichterstattung aller zu findenden Entdeckungen hin solle den untergeordneten Mitgliedern das große Geheimniß mitgetheilt werden, sobald sie durch gehörige Leistungen in der hermetischen Kunst sich als dieser Auszeichnung würdig bewähren würden. Bald indeß gab es, wie es bei einer solchen Verwirrung nicht fehlen konnte, Reibungen zwischen den einzelnen Cirkeln, welche alle doch dem großen Bunde angehören wollten; eine Partei warf der andern vor, daß sie eigentlich nicht von den ersten Stiftern der Gesellschaft abstamme (was ein gegründeter Vorwurf war, da er jeden Rosenkreuzer traf), und die einsichtsvolleren Alchemisten zogen sich allmälig zurück. — Die Gesellschaft der Rosenkreuzer hat hauptsächlich dazu gedient, in die Bestrebungen der Alchemie noch mehr

Alchemistische Gesellschaften. Rosenkreuzer.

Alchemistische Gesellschaften. Rosenkreuzer.

Mystik hineinzubringen; in anderen Wissenschaften hat sich dieser ihr Einfluß noch intensiver gezeigt, ein genaueres Eingehen auf diesen Gegenstand liegt indeß nicht im Plane dieses Buches.

Zu derselben Zeit, im Anfange des 17. Jahrhunderts, bestand auch in Süd-Frankreich eine alchemistische Gesellschaft, welche von ihrem Stifter die Rose'sche (Collegium Rosianum) hieß, und wegen der Namensähnlichkeit oft mit dem Rosenkreuzerbunde verwechselt wurde. Die Rose'sche Gesellschaft hatte außer der Metallverwandlung und der Auffindung der Universalarznei auch das Perpetuum mobile zum Gegenstand ihrer Forschungen gemacht; um 1630 erregte sie einiges Aufsehen, da ein Eingeweihter, Peter Morne, die Geheimnisse, welche er erfahren hatte, erst den Generalstaaten der Niederlande zum Kaufe anbot, und da abgewiesen sie in einer eigenen Schrift bekannt machte. Neues fand sich darin nicht, aber wohl schon Anderen länger und besser Bekanntes.

Nürnberger alchemistische Gesellschaft.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts finden wir mehrere alchemistische Gesellschaften, welche theils aus der Absonderung einzelner Fractionen des Rosenkreuzerbundes entstanden sein mögen, theils aus der zufälligen Vereinigung selbstständiger Alchemisten an einem und demselben Orte. Unter diesen ist die Alchemische Gesellschaft in Nürnberg zu nennen, welche durch die Zahl der einheimischen Mitglieder und durch den lebhaften Verkehr, welchen sie mit auswärtigen Kunstgenossen unterhielt, bekannter geworden ist. Sie erhielt sich auch ziemlich lange; 1654 gegründet bestand sie noch nach 1700. Geistliche aus Nürnberg waren ihre Gründer und vorzüglichsten Mitglieder; auch einige Aerzte waren darin thätig; der berühmteste Mann indeß, welcher ihr angehörte, ist der berühmte Philosoph Leibnitz, welcher 1666 und das folgende Jahr Secretair des Vereins war, die praktischen Arbeiten leitete und aufzeichnete, die Correspondenz besorgte u. s. w. Leibnitz indeß gab bald diese Stellung auf; doch blieb ihm eine gewisse Vorliebe für die Alchemie, welche noch später mehrere chemische Arbeiten von seiner Seite veranlaßte, und ihn selbst in den letzten Jahren seines Lebens die Richtigkeit der hermetischen Kunst nie ganz verleugnen ließ.

Die Buccinatoren.

Es ist zweifelhaft, ob zu den alchemistischen Gesellschaften auch die Buccinatores zu rechnen sind, oder was es überhaupt mit den letzteren für eine Bewandtniß hatte. Im Jahre 1679 erschien nämlich eine Epistola buccinatoria, qua inaudita conjuratio adeptorum in chemia phi-

losophorum ab iisdem condita et prodita universis per Europam curiosis fideliter indicatur et dicatur. Die Epistel ging von Leuten aus, welche den Stein der Weisen gern gehabt hätten, aber sich nicht die Kraft zutrauten, ihn zu finden. Sie forderten also die wahren Adepten auf, das Geheimniß ihnen mitzutheilen; sollte solches aber bis zu dem 1. Januar 1684 nicht geschehen, so wollten sie noch 600 Alchemisten in die Buccinatorengesellschaft aufnehmen, und alle sollten vereint an der Darstellung des Steins der Weisen und der Prüfung der älteren Angaben arbeiten. Wären drei Jahre bei dieser Arbeit verflossen, ohne daß das Ziel erreicht wäre, so wollten sie die ganze hermetische Philosophie vor aller Welt prostituiren, und als Lug und Trug ansehen lassen. Die Adepten möchten sich indeß nicht wundern, daß sie auf so ungewöhnliche Art zur Mittheilung ihres Geheimnisses genöthigt würden; die Buccinatoren verständen zwar die Theorie der Kunst so gut als irgend einer, aber ihre höheren Beschäftigungen ließen ihnen nicht zu, sich mit der Praxis abzugeben; eine Mittheilung des Geheimnisses käme also nur an vollkommen Würdige. — Diesem ersten Briefe folgten noch zwei andere, in deren einem sie die Beschwörung noch dringender wiederholten, in deren anderem aber sie ihren Bruch mit der Alchemie offen verkündeten. — Davon, ob die Drohung ausgeführt worden ist und die Buccinatorengesellschaft die angekündigte Ausdehnung erhalten hat, wurde seitdem nichts Genaueres bekannt. Einzelne Antworten auf ihre Briefe blieben nicht aus, welche sie über die Unmöglichkeit der Mittheilung des Geheimnisses belehrten, und zugleich ihnen durch historische Belege und sonstige Schlüsse die Richtigkeit der hermetischen Kunst beweisen wollten.

Alchemistische Gesellschaften. Die Buccinatoren.

Den Buccinatoren nicht unähnlich waren die Vertreter der hermetischen Gesellschaft, welche in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutschland viel Aufsehen erregte. Auch hier war die Gesellschaft eine nur simulirte; sie bestand nur aus zwei Individuen, welche sich als Repräsentanten eines großen Vereins gerirten. Ich werde darauf bei der Betrachtung des Verfalls der Alchemie zurückkommen.

Hermetische Gesellschaft.

Die alchemistischen Gesellschaften verfehlten alle den Zweck ihrer Constitution; wenigstens erkannten viele Alchemisten selbst an, daß durch Zusammenwirken mehrerer die Darstellung des Steins der Weisen nicht gefördert werde. Außerdem aber war häufig auch das Zusammenarbeiten mehrerer da um so gefährlicher, wo die Alchemie gesetzlich verboten war, und schon

früh war dies an vielen Orten der Fall, wenngleich die desfallsigen Gesetze immer nur kurze Zeit ihr Ansehen behaupteten und öfters förmlich zurückgenommen wurden.

Verbote der Alchemie.

Das erste Verbot, welches die Alchemie traf, war auch das allgemeinste; es ging von dem päpstlichen Stuhle aus, und seine Wirkung sollte sich auf die ganze Christenheit erstrecken. In der Bulle Spondent quas non exhibent etc. verdammte 1317 Papst Johann XXII. alle und jede alchemistische Bestrebung. Er beschuldigt darin die Alchemisten, daß sie, obwohl unwissend in der Kunst, Metalle zu verwandeln, doch Andere darin unterrichten wollen, daß sie sich als Adepten zu beglaubigen suchen, indem sie gold- oder silberähnliche Metalle für wahres Gold oder Silber verkaufen und so die Leute betrügen. Er verdammt die Alchemisten im Allgemeinen, und bestimmt für sie Geldstrafen; Weltliche sollen für ehrlos erklärt werden, Geistliche aber ihrer Würde verlustig gehen und als unfähig zum geistlichen Stande zu betrachten sein.

Die Wirkung dieser Bulle war eine nur sehr kurz dauernde. Es trug hierzu besonders bei, daß Papst Johann XXII. selbst später in den Ruf eines Alchemisten kam; ob mit Recht oder Unrecht, ist nicht ausgemacht, aber bald nach seiner Zeit ward eine Abhandlung, Ars transmutatoria, als von ihm herrührend bekannt, und fand später vielfache Verbreitung. — Aus den ersten Jahren nach der Erlassung der Bulle finden wir, namentlich in Deutschland, ein paar Fälle von Verfolgung einzelner Geistlichen wegen Ausübung der Alchemie, aber bald, wie wir schon oben gesehen haben, erhob sich die hermetische Kunst wieder, wurde offen ausgeübt, und an die Anwendung des päpstlichen Decrets nicht mehr gedacht.

Die Betrügereien, welche aus den alchemistischen Bestrebungen hervorgingen, indem viele Anhänger dieser Kunst Alles, was goldähnlich aussah, Anderen als Gold annehmbar zu machen suchten, veranlaßten indeß bald auch andere Staaten, der Ausübung der hermetischen Kunst gesetzliche Hindernisse in den Weg zu legen. So wurde schon 1380 in Frankreich von Karl V. ein Gesetz erlassen, wonach bei strenger Strafe jede Beschäftigung mit Alchemie und selbst der Besitz chemischer Geräthschaften, wie Oefen u. dgl., untersagt war. So fanden sich König Heinrich IV. von England und sein Parlament 1404 bewogen, die alchemistische Erzeugung und Vermehrung des Goldes und Silbers streng zu verbieten; die Uebertreter dieses

Gesetzes sollten als der Felonie schuldig behandelt werden. Ebenso erklärte sich der hohe Rath von Venedig 1488 gegen die Alchemie, und verbot streng jede Beschäftigung, welche mit dieser Kunst zusammenhängt. Alle diese Gesetze fruchteten indeß nichts; wir haben oben (Seite 172 f.) schon gesehen, daß im Gegentheil bald die Alchemie an den Rechtsgelehrten eine Stütze fand. Verbote der Alchemie.

Die Nichtachtung gesetzlicher Verordnungen, welche die Alchemie verboten, und überhaupt das Ansehen, welches der Glaube an die Möglichkeit der Metallverwandlung gefunden hat, ist besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß die Fürsten selbst, statt die von ihren Vorgängern gegebenen Gesetze aufrecht zu halten, im Gegentheil sich als die eifrigsten Patrone der Alchemie bewiesen, und um eine deutlichere Anschauung von dem Ansehen zu geben, in welchem diese Kunst bei vielen gekrönten Häuptern stand, will ich hier einiges Nähere über die vorzüglichsten Beschützer der hermetischen Kunst mittheilen.

Hohe Potentaten haben schon früh die Alchemie ihres besonderen Schutzes gewürdigt, da ein daraus entspringender Zuwachs an Reichthum der Förderung ihres Ansehens nur zuträglich sein konnte. Schon Sultan Kalid, welcher um 1150 unter der Oberhoheit des Kalifats zu Bagdad in Aegypten regierte, soll eine Menge Alchemisten um seinen Thron versammelt haben, und figurirt selbst in Sammlungen alchemistischer Schriften als Verfasser mehrerer Abhandlungen. Auch im Abendlande fand die hermetische Kunst eifrige Beschützer an vielen Fürsten. Arnoldus Villanovanus durfte eine epistola de alchymia an den König von Neapel richten, welcher ihn beschützte; König Alphons X. von Kastilien (gestorben 1284) wird als alchemistischer Schriftsteller aufgeführt. Robert Bruce, welcher von 1306 bis 1329 in Schottland regierte, begünstigte die Alchemie, und man hat von Raymund Lull eine an diesen König gerichtete epistola accurtationis lapidis. Diese Vorliebe für die hermetische Kunst blieb auch später noch bei den Fürsten der britannischen Insel; in England war zwar das ebenerwähnte Gesetz gegen die Alchemie 1404 gegeben worden, allein schon 1423 wurde seine Kraft gänzlich aufgehoben. In diesem Jahre bestieg Heinrich VI. den englischen Thron, und wie dieser König allen geheimen Wissenschaften zugethan war, so begünstigte er vorzugsweise die Alchemie. Bei dem Geldmangel, in welchen er durch innere und äußere Kriege gerieth, hoffte er Abhülfe von der Alchemie; in vier auf einander Patrone der Alchemie.

Patrone der Alchemie.

folgenden Decreten forderte er alle Edeln, Doctoren, Professoren und Geistlichen auf, sich dem Studium dieser Kunst nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsschulden zu bezahlen. Die Geistlichen namentlich, meinte der König, sollten sich um die Erfindung des Steins der Weisen bemühen, und da sie ja Brot und Wein in Christi Leib und Blut verwandeln könnten, so werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch wohl gelingen, eine Transsubstantiation der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. — Bald fanden sich auch Künstler, welche dem König ihre Dienste anboten; zwar nicht Geistliche, welche letztere nothwendig die Heiligkeit der Religion in jener Aufforderung verletzt sehen mußten, aber industriöse Männer, welche mindestens Präparate lieferten, die der König nicht allein für Gold hielt (und das ist noch zweifelhaft), sondern auch geprägt als gute Münze weiterhin verbreitete. So erhielt schon 1440 ein Compagniegeschäft Fauceby, Kirkeby und Ragny ein Privilegium, Gold zu machen; von 1444 bis 1452 erhielten noch acht andere Künstler die Erlaubniß, unedle Metalle in probehaltiges Gold oder Silber zu verwandeln. Es mag aber mit der Probe nicht sehr streng genommen worden sein, das Ergebniß war weiter nichts, als Betrug und falsches Geld, nur daß die Falschmünzerei unter des Königs Aegide betrieben wurde. Soviel sich jetzt noch von der Sache herausbringen läßt, wurde hauptsächlich Kupferamalgam für Gold ausgegeben, was bei dem Putzen die Farbe des Goldes annimmt, sich gießen und auch prägen läßt, ziemlich schwer ist, und nur in starkem Feuer zersetzt wird. Um nicht die eigenen Unterthanen zu betrügen und ärmer zu machen, wurde das so erhaltene falsche Gold hauptsächlich in die Nachbarstaaten zu spielen gesucht, die indeß die Sachlage bald erkannten, und sich zu schützen oder zu revanchiren suchten. Das schottische Parlament befahl schon 1449, in allen Häfen des Reichs und vornehmlich an der englischen Grenze zu wachen, daß kein falsches Geld eingebracht werde, und 1450 wurden noch mehrere Anordnungen getroffen, welche zwar den Handel sehr erschwerten, aber unerläßlich gefunden wurden, um nicht durch die neue englische Industrie benachtheiligt zu werden. — In Frankreich machte man es anders; man machte gleichfalls falsches Geld, welches die Engländer gern nahmen, da es nicht das englische Gepräge trug. Nach Entfernung der Engländer indeß blieb in Frankreich viel unächte einheimische Münze zurück, und die Erbitterung darüber wandte sich vorzüglich gegen einen gewissen Jaques Le Cor (auch Le Coeur oder Cuer genannt), der im Rufe

eines Adepten stand und dem König Carl VII. von Frankreich das Metall zur Anfertigung von Goldmünzen geliefert haben sollte. Jaques Le Cor war ursprünglich Kaufmann, aber von dem König während des Kriegs zu dem Director seiner Finanzen ernannt worden, und von ihm ging wahrscheinlich das Project der Wiedervergeltung gegen die Engländer aus. Der allgemeine Unwille forderte ein Opfer für den Betrug des eigenen Landes, und fand sich nur wenig befriedigt, als Le Cor 1453 vom König zur Landesverweisung verurtheilt wurde. Patrone der Alchemie.

In England dauerte die patentirte Goldmacherei auch noch später fort. Eduard IV. ertheilte 1468 einem Alchemisten Richard Carter neben freier Wohnung im Schlosse Woodstock die Erlaubniß, drei Jahre lang seine Kunst in allen Metallen und Mineralien zu versuchen. Derselbe gab noch 1476 einer Compagnie auf vier Jahre das Privilegium »natürliche Philosophie treiben und Gold aus Queckſilber machen zu dürfen«. Weder von gutem Erfolg hat man je etwas vernommen, noch ist anderseits Klage über ähnliche Mißbräuche, wie die oben bezeichneten, erhoben worden.

Goldähnliche Substanzen sind indeß leichter zu gewinnen als Gold selbst, und wenn das letztere nicht gelingt, so liegt es nahe, die ersteren dafür auszugeben; diesen Erfolg hatten auch die alchemistischen Künste eines gekrönten Haupts in Deutschland. Johann von Laaz, ein böhmischer Alchemist, besuchte um 1440 die Kaiserin Barbara, die zweite Gemahlin des deutschen Kaisers Sigismund, welche sich viel mit Alchemie beschäftigte. Die hohe Dame machte dem Kunstgenossen angebliches Silber aus Kupfer mit Arsenik, auch vermehrte sie ein gegebenes Gewicht Gold durch Zusatz von Kupfer und Silber; beiderlei Producte verkaufte sie dem gemeinen Volk als reines Silber und Gold.

Ehrlicher meinten es andere Fürsten und man kann ihnen nur vorwerfen, daß sie sich täuschen ließen, und mehr Geld an dieser Liebhaberei verschwendeten, als recht war. Aber nicht jeder Fürst war so klug, die Alchemie nur so weit zu begünstigen, wie Papst Leo X.; diesem dedicirte 1514 ein Alchemist Augurelli ein Gedicht, Chrysopoeia betitelt, wofür zum Lohne ihm der Papst einen leeren Beutel verabreichen ließ, meinend, wer solche Kunst besäße, dem fehle nur der Beutel, um das zu machende Gold hinein zu thun. — Mit mehr Interesse nahmen sich besonders in Deutschland die Fürsten der Alchemie an. Ihre Bestrebungen, einen Besitzer des

Patrone der Alchemie.

Steins der Weisen in ihren Dienst zu erlangen, lassen sich nur mit der leidenschaftlichen Betreibung eines Glücksspiels vergleichen; man hielt damals Alchemisten auf seine Kosten, wie man jetzt Lotterieloose kauft; ein reicher Fürst hielt sich viele, weniger wohlhabende Dynasten nahmen gemeinschaftlich zu zwei oder vier einen hoffnungsvollen Goldkünstler in ihren Sold. Wie bei dem Spiel, so leiteten auch hier dieselben chimärischen Hoffnungen auf plötzlichen übergroßen Reichthum, dieselbe Unschlüssigkeit, nach stets mißlungenen Versuchen von der weiteren Verfolgung unsicherer alchemistischer Processe abzustehen. Wenige Fürstenhäuser der damaligen Zeit widerstanden der noblen Passion, Alchemisten zu halten. Der schon oben genannte Johann von Brandenburg, Burggraf zu Nürnberg, ist hier abermals zu erwähnen; seine Residenz auf der Plassenburg bei Culmbach war der Parnaß der deutschen Alchemisten um die Mitte des 15. Jahrhunderts. In diesem Zeitraume zählte die Alchemie noch viele hohe Beschützer in Deutschland, aber keiner hat diese Kunst in dem Grade begünstigt, wie das folgende Jahrhundert Patrone derselben aufzuweisen hat. Unter diesen, dem 16. Jahrhundert angehörigen, ist vorzüglich Kaiser Rudolph II. zu nennen, welcher 1576 den deutschen Thron bestieg, bis 1612 regierte, und meist in Prag residirte.

Ob der deutsche Hermes Trismegistus, wie die Alchemisten ihren Schutzherrn nannten, selbst Adept oder nur Dilettant war, darüber sind die Aussagen seiner Kunstgenossen nicht übereinstimmend. Die ungemeinen Reichthümer, welche an Gold und Silber in seinem Nachlaß gefunden wurden, betrachteten Viele als das Ergebniß der hermetischen Kunst, während Andere darin nur die Ersparnisse aus seinen kaiserlichen Einkünften bei beschränkter Hofhaltung erblicken wollten. — Jedenfalls aber war sein Thun und Treiben wenigstens in den letzten Jahren seiner Regierung hauptsächlich auf Alchemie gerichtet, und seine Umgebung bestand vorzugsweise aus Spagirikern. So war das Haus seines Leibarztes, des Thaddäus von Hayek, stets der Ort, wo sich fahrende Alchemisten anmeldeten, und sich durch ein vorläufiges Experiment als kunstfertig genug legitimirten, um dem Kaiser vorgestellt zu werden, der sie dann nach Verdienst und eigener Schätzung behandelte. So waren auch seine Kammerdiener alle zugleich Alchemisten, die ihrem Herrn bei seinen unablässigen hermetischen Arbeiten helfen mußten, und sein Hofpoet, ein Italiäner Mardochäus de Delle, scheint sonst wenig mehr gedichtet zu haben, als deutsche

Reime, welche die Schicksale der verschiedenen Alchemisten, die mit dem Prager Hof in Berührung kamen, schildern, und uns zum Theil noch aufbewahrt sind. Patrone der Alchemie.

Kaiser Rudolph belohnte im Allgemeinen die Alchemisten sehr großmüthig, sobald sie ihm wahrhafte Beweise für die Richtigkeit ihrer Kunst ablegten, und zeichnete sie durch Standeserhöhung und gnädige Vertraulichkeit aus. So kam 1585 ein Engländer Kelley nach Prag, der in seinem Vaterlande Talbot geheißen und eine Notariatsstelle bekleidet hatte, aber eine Namensänderung für vortheilhaft gefunden haben mag, weil er der Verfälschung von Urkunden überwiesen und mit abgeschnittenen Ohren fortgejagt worden war. Dieser Ehrenmann kam nach Prag in Gesellschaft eines Landsmanns, des Dr. Dee, welcher sich viel mit Magie und Geisterbeschwörung abgab; beide traten hier als Inhaber des Steins der Weisen auf, welchen Kelley durch Zufall, aus dem Nachlaß eines längst verstorbenen englischen Bischofs, erlangt haben wollte. Kelley machte vor dem Kaiser mehrere Verwandlungen des Queckſilbers in Gold, und da er der erste Alchemist war, von welchem der Kaiser unzweifelhafte Beweise für die Richtigkeit der hermetischen Kunst erhielt, so wurde er in den böhmischen Freiherrnstand erhoben und mit allen möglichen Gnadenbeweisen überschüttet. Die hohe Gunst nahm aber bald ein Ende, als der Kaiser nicht mehr damit zufrieden war, Beweise für die Existenz der Metallverwandlung gesehen zu haben, sondern in seiner Wißbegierde so weit ging, daß er auch die Bereitung des Steins der Weisen selbst kennen lernen wollte. Auf den Ausgang dieser Adeptengeschichte werde ich nachher zurückkommen. — So wurde auch ein gewisser Sebald Schwerzer, der von 1585 an mit dem Kurfürsten August von Sachsen, dann mit dessen Nachfolger Christian laborirt hatte, und nach des Letzteren Tode (1591) sich an Kaiser Rudolph wendete, von diesem in den Adelstand erhoben und mit dem Amt eines Berghauptmanns in Joachimsthal begnadigt, wo er 1601 starb. Von anderen Adepten, welche in Prag das Handwerk grüßten und Auszeichnung fanden, nenne ich noch den Polen Sendivogius, dessen im Verlauf dieser Geschichte öfters erwähnt werden wird; er theilte 1604 an Rudolph etwas von seiner Tinctur mit, so daß der Kaiser eigenhändig die Metallverwandlung bewerkstelligen konnte; und daß dieser wenigstens von der Richtigkeit der Sache überzeugt war, beweist die marmorne Tafel, welche er in dem Saale des Pra-

Patrone der Alchemie.

ger Schlosses, wo die Transmutation geschehen war, mit der Aufschrift setzen ließ:

Faciat hoc quispiam alius
Quod fecit Sendivogius Polonus.

Außer Rudolph II. begünstigte in Deutschland gegen das Ende des 16. Jahrhunderts noch besonders Kurfürst August von Sachsen (der von 1553 bis 1586 regierte), die Alchemie. Er hatte sein eigenes Laboratorium in Dresden, welches vom Volke das Goldhaus genannt wurde, arbeitete eigenhändig, und in mehreren seiner Briefe, die uns noch erhalten sind, bekennt er sich als Besitzer des großen Geheimnisses der Metallveredlung. So schrieb er 1577 an einen italienischen Alchemisten Francesco Forense: Jam eo usque in hoc genere pervenimus, ut ex octo argenti unciis auri perfectissimi uncias tres singulis sex diebus comparare possemus Seine Gemahlin, Anna von Dänemark, war gleichermaßen der Alchemie zugethan, und hatte auf ihrem Lustschloß zu Annaberg ein großes Laboratorium, welches Kunkel als das größte und ausgezeichnetste, was je existirt habe, rühmt. Kurfürst August indeß nahm nicht so willig jeden fahrenden Adepten in seinen Schutz, wie es Kaiser Rudolph that; er hatte im Gegentheil seine beständigen Alchemisten, unter welchen namentlich die in dieser Geschichte mehrmals erwähnten Beuther und Schwerzer bekannt geworden sind; der große Reichthum, welchen man nach seinem Tode vorfand (vgl. Seite 175), war allen Alchemisten vollgültiger Beweis, daß sein unverdrossenes Streben auch Belohnung gefunden habe, obgleich die Zweifler alles vorhandene edle Metall nur als die Ausbeute des erzgebirgischen Bergbaues, welcher unter ihm in seiner höchsten Blüthe bestand, betrachten wollen. — Kurfürst Christian von Sachsen, welcher auf August folgte, betrieb gleichfalls die Alchemie eifrig.

Die Geschichte meldet nicht, daß in Sachsen über diese alchemistischen Bestrebungen der Regenten geklagt worden sei, woraus man schließen darf, daß weder falsches Geld als Resultat der Arbeiten in Umlauf gesetzt wurde, noch daß die nöthigen Ausgaben die Mittel der erlauchten Künstler überschritten. In anderen Ländern hingegen wurde die Goldmacherſucht der Fürsten zur Plage des Landes. So in Würtemberg, wo Herzog Friedrich (geboren 1557, gestorben 1608) die Entdeckung des Geheimnisses erzwingen wollte, allein ohne den geringsten Vortheil nur betrügerischen Alchemisten zur Beute ward. In dem Städtchen Grossachsenheim

war sein Laboratorium, wo jeder gute Taschenspieler Unterkunft und Gelegenheit fand, sich auf Kosten des Landes zu bereichern, die Ausgaben für diese Anstalt wurden dem Volke so drückend, daß die Landstände wiederholt dagegen Einspruch thaten. Ich werde nachher mehrerer Alchemisten zu erwähnen haben, welche das Vertrauen Friedrich's mißbraucht hatten, und deren Betrügerei entdeckt und bestraft wurde. Patrone der Alchemie.

Gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, wo durch den dreißigjährigen Krieg die Finanzen fast aller deutschen Fürsten beträchtliche Störungen erlitten hatten, waren die Alchemisten besonders an Höfen gesucht, da hier eine Bewährung ihrer Kunst als sehr zeitgemäß erscheinen mußte. Zu dieser Zeit werden als besondere Gönner der Alchemie die Herzoge Ernst von Baiern, Heinrich Julius von Braunschweig, Franz von Lauenburg, die Kurfürsten Friedrich von der Pfalz und Johann Philipp von Mainz und noch viele Andere genannt; die Geschichte hat keine Beweise aufbewahrt, daß einer dieser Herren Gewinn von seinen Unternehmungen gezogen; Münzen aus jener Zeit, die mit alchemistischen Zeichen versehen sind, galten zwar lange als Belege dafür, allein es ist erwiesen, daß diese Zeichen nur Merkmale der verschiedenen Münzmeister waren, wie diese sich noch jetzt oft besondere Abzeichen wählen. Wohl aber berichtet die Geschichte die Entdeckung vieler alchemistischer Betrügereien und die Bestrafung der Uebelthäter aus jener Zeit.

Die Erfolglosigkeit, welche die derartigen Bemühungen der Regenten aus der Mitte des 17. Jahrhunderts hatten, hielt indeß später einzelne Fürsten nicht ab, doch noch der Alchemie sich anzunehmen. Christian IV. von Dänemark ernannte 1646 einen gewissen Kaspar Harbach zu seinem Leibalchemisten; sein Nachfolger Friedrich III., welcher von 1648 bis 1670 regierte, traute ebenso unbedingt einem Italiener Borri, welcher sich ihm als Besitzer des Steins der Weisen und als Herr über verschiedene böse Geister zu erkennen gab. — In Deutschland war Kaiser Ferdinand III. (die Zeit seiner Regierung fällt zwischen 1637 und 1657) ein besonderer Patron der Alchemisten; Richthausen, der Ueberbringer der Substanz, womit die Seite 171 erwähnte großartige Transmutation von Quecksilber in Gold bewerkstelligt wurde, wurde von ihm zum Freiherrn von Chaos ernannt, obgleich derselbe die Bereitung des Steins der Weisen selbst zu kennen leugnete; auch der Kaiser Leopold I. (welcher von 1658 bis 1705 regierte) bezeigte den Alchemisten besondere

Patrone der Alchemie.

Aufmerksamkeit; den Augustinermönch Wenzel Seyler, welcher ihm angeblich Zinn in Gold verwandelte (vgl. Seite 172), ernannte er zum Freiherrn von Reinersberg, und der Betrug, den dieser gespielt hatte, wurde erst zu spät entdeckt. So ließe sich noch eine ganze Reihe von Fürsten nennen, welche die Alchemie mit ihrem Patronat beehrten; es möge genügen anzuführen, daß selbst noch König Friedrich II. von Preußen, welcher später die Alchemie gern verspottete, doch früher alchemistischen Beschäftigungen nicht ganz abhold war, wie man daraus schließen darf, daß 1751 eine Frau von Pfuel aus Sachsen mit zwei Töchtern nach Potzdam kam, um unter des Königs Protection und auf seine Kosten sich der Zerlegung und Vermehrung des Goldes zu widmen. Ein besonderer Erfolg wird indeß nicht gemeldet.

Im Allgemeinen hatten die Alchemisten, wenn sie sich an den Höfen großer Herren aufhielten, eine sehr schwierige Stellung. Entweder bekannten sie, daß sie mit der Darstellung des Steins der Weisen noch nicht ganz im Reinen wären und sie nur versuchen wollten, und dann jagte man sie bald mit Schimpf und Schande fort, weil sie nichts zu Stande brachten, oder sie waren weniger ehrlich, und machten Gold; dann wurden sie nach Befund der Sachlage gehängt oder gefoltert; — ersteres, wenn ihnen eine Betrügerei nachgewiesen wurde: um sie zu strafen, — letzteres, wenn sie es so geschickt gemacht hatten, daß ihre Operation als eine wirkliche Metallverwandlung anerkannt wurde: um in den Besitz ihres Geheimnisses zu kommen. Daß ihnen dieses Loos bei großen Herren blühe, stellt schon Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in seinem Tractat de alchymia den Alchemisten vor, und ermahnt sie, alle Beziehungen zu Fürsten zu meiden; und noch im 18. Jahrhundert machten mehrere Anhänger der spagirischen Kunst dahin einschlagende traurige Erfahrungen. Die Geschichte der Alchemie kümmerte sich nicht viel um diejenigen, welche ihre Unwissenheit zu bekennen keinen Anstand nahmen; genauere Notizen hat sie uns über die Entdeckung von Betrügereien aufbewahrt, und über die Grausamkeit, mit welcher habsüchtige Mächtige von vermeintlichen Adepten die Mittheilung des Geheimnisses zu erzwingen suchten.

Das Verfahren der meisten Großen gegen die Alchemisten gleicht dem, welches nach dem Zeugnisse gleichzeitiger Geschichtsschreiber schon am Ende

des 9. Jahrhunderts der Kalif Almansur gegen den Arabischen Arzt Rhases eingeschlagen hatte. Der Kalif war ein Liebhaber der Alchemie, was den Arzt bewog, eine alchemistische Schrift zu verfassen und jenem zu überreichen, wofür ihm eine ansehnliche Belohnung zu Theil wurde, welche er aber zurückgeben mußte und an deren Stelle er die Bastonade erhielt, als die von ihm beschriebenen Processe falsch befunden worden waren. Im Abendlande ging es gerade so. Die Fürsten beschützten die Alchemie, munterten dazu auf, waren ungeduldig, wenn Einer, der sich das große Werk zu versuchen gemeldet hatte, nicht bald zum Ziele kam, und wenn sie dann, wie es kommen mußte, betrogen wurden, so rächten sie sich nach Kräften. In welcher Art und durch welche Kunstgriffe die Betrügereien meist ausgeführt wurden, werde ich unten noch genauer angeben. So ließ 1575 Herzog Julius von Braunschweig-Lüneburg eine Alchemistin Anna Maria Ziegler, genannt Schlüter's Ilse, in einem eisernen Stuhle verbrennen, weil sie ihm Gold zu machen versprochen hatte, aber des Betrugs überwiesen worden war. — Viele Abenteurer durchzogen um jene Zeit als Alchemisten Europa, die meist nur kurze Berühmtheit erlangten, um der Strafe ihrer Betrügereien zu unterliegen. Dahin gehört ein gewisser Graf Mamugnano, der unter diesem Namen von 1578 an Italien durchstreifte, vor großen Herren Gold machte, ihnen auch Recepte dazu für gutes Geld verkaufte, und stets fort war, ehe die Betrügerei entdeckt wurde. Er fand 1588 für gut, Italien zu verlassen, und in Deutschland als Graf Bragadino seine Künste zu zeigen; in Wien machte er eine Metallverwandlung und legitimirte sich als ächten Adepten, in München aber ging es ihm 1590 weniger gut; er ward des Betrugs und der Führung eines falschen Namens für überführt erklärt, und in einem mit Flittergold beklebten Kleide an einem gleichfalls vergoldeten Galgen aufgehängt. Dies war überhaupt die Strafe, welche für falsche Alchemisten üblich war; sie traf auch 1597 einen gewissen Georg Honauer, welcher den vorhin erwähnten Herzog Friedrich von Würtemberg in wenigen Jahren um zwei Tonnen Goldes betrogen haben soll. Der Herzog ließ den eisernen Galgen, den überlebenden Alchemisten zum warnenden Exempel, stehen, und er wurde auch noch mehrmals gebraucht. — Am Ende des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts gab es noch solche Glücksritter in Menge, die vorzüglich erst Ruf bekamen, wenn durch Criminaluntersuchung ihr Lebenslauf und ihre, gewöhnlich unter sehr verschiedenen

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Namen gehegte, vielseitige Thätigkeit bekannt wurde. Christian Wilhelm von Krohnemann gehört hierher, welcher von 1677 bis 1686 am Hofe des Markgrafen Georg Wilhelm von Baireuth den Adepten spielte, Gold machte, und vorzüglich darin excellirte, das Queckſilber härten zu können, wodurch es ſich in reines Silber verwandelte. Viele Perſonen betrog er, bis ſeine Taſchenſpielereien 1686 erkannt wurden, wo man ihn dann in Culmbach aufhängte, mit der Beiſchrift:

Ich war zwar, wie Merkur wird für gemacht, bedacht,
Doch hat ſichs umgekehrt, und ich bin für gemacht.

Großartiger noch in jeder Beziehung trieb es Don Dominico Manuel Caëtano, Conte de Ruggiero, welcher ein Bauersſohn aus Neapel war, ſich als Taſchenſpieler lange Zeit umhertrieb, und 1695 plötzlich als Inhaber des Steins der Weiſen in Madrid unter dem Namen Don Caëtano auftrat. Er erregte hier ſolches Aufſehen, daß ihn der kurbairiſche Geſandte daſelbſt aufforderte, nach Brüſſel zum Kurfürſten Maximilian Emanuel von Baiern zu gehen, welcher damals Generalgouverneur der öſterreichiſchen Niederlande war. Caëtano folgte dem Rath und ging nach Brüſſel, wo er den Kurfürſten bald durch ſeine Künſte vollkommen gewann. Der Fürſt ſuchte den Adepten möglichſt an ſich zu feſſeln, machte ihn zum Feldmarſchall, zum Chef eines Infanterieregiments, zum Titularcommandant von München u. ſ. w., merkte aber erſt ſpät, daß er nur Geld ausgab, ohne welches einzunehmen. Als man genauer auf den Alchemiſten achtete, ſuchte dieſer zu entfliehen, und da man hierauf zur genauern Unterſuchung ſchritt, wurden ſeine Betrügereien klar. Der Kurfürſt ließ ihn 1698 nach Baiern abführen, um ihn dort gefangen zu halten, aber 1704 war er ſchon wieder auf freiem Fuß, und trat nun als Graf Ruggiero in Wien auf, wo er ſolche Transmutationen machte, daß ihn Kaiſer Leopold I. in ſeinen Dienſt nahm, um den Stein der Weiſen für ihn in großem Maßſtabe auszuarbeiten. Indeß ſtarb der Kaiſer, und Ruggiero trat nun in Dienſte des damals in Wien reſidirenden Kurfürſten Johann Wilhelm von der Pfalz, welchem er binnen ſechs Wochen 72 Millionen Thaler in Gold zu liefern verſprach. Ehe aber noch die Zeit um war, hatte er ſich ſchon mit den erhaltenen Vorſchüſſen entfernt. Als Graf Caëtano trat er nun 1705 in Berlin auf, wo ihn König Friedrich I. gut aufnahm, hinſichtlich ſeiner alchemiſtiſchen Kunſt von angeblich Sachverſtändigen prüfen ließ,

und endlich der Gnade würdigte, in seiner Gegenwart, der des Kronprinzen und vieler anderen hohen Herren, das Quecksilber pfundweise in Gold verwandeln zu dürfen. Caëtano sicherte dem Könige zu, binnen sechzig Tagen Gold und Silber im Werthe von sechs Millionen Thaler machen zu wollen; er ward dafür wie ein Fürst geehrt und zum General der Artillerie ernannt. Bald merkte man indeß, daß der Adept große Lust hatte, auf Reisen zu gehen; dazu kamen Nachrichten von dem Kurfürsten von der Pfalz und aus Wien, welche den Künstler genauer kennen lehrten. Er wurde verhaftet und nach Küstrin gebracht; er entfloh, wurde aber in Frankfurt a. M. wieder eingeholt; und da er mit dem besten Willen kein Gold machen konnte, wie er es zugesagt hatte, so wurde er 1709 nach gewohnter Weise vergoldet und gehängt. — Die deutschen Industrieritter blieben indeß den italienischen nichts schuldig, und Caëtano fand einen würdigen Nebenbuhler an Johann Hector von Klettenberg aus Frankfurt, der, wegen eines unglücklichen Zweikampfs flüchtig, sich sein Leben mit der Alchemie zu fristen suchte. In Mainz, Bremen, Prag machte er Gold und betrog die Reichen; unter verändertem Namen, als Baron Wildeck, trieb er dasselbe bei dem Herzog von Weimar; unter seinem eigenen wieder ging er zu dem König August II. von Polen nach Dresden, dem er die Ausarbeitung des Steins der Weisen versprach, sich dafür zum Kammerherrn ernennen ließ, und an dem großen Werke nichts that, bis die Geduld des Königs ein Ende hatte, welcher ihn auf den Königsstein abführen und dort 1720 enthaupten ließ.

Bestrafung entlarvter Betrüger.

Man war indeß trotz so zahlreicher Beispiele weit entfernt, aus den vielen Betrügereien auf die Grundlosigkeit der Alchemie überhaupt zu schließen. Wo die Betrügerei nicht klar vor Augen lag, da mußte der, welcher eine Metallverwandlung bewirkt hatte, als Adept gelten, und hartes Gefängniß oder Tortur wurden angewandt, um von ihm die Mittheilung, wie der Stein der Weisen darzustellen sei, zu erpressen. So befahl 1591 Kaiser Rudolph II., den oben (Seite 197) genannten Kelley festzusetzen, bis er sein Geheimniß ihm mittheile; dieser konnte der Bedingung nicht genügen, suchte sich auf andere Weise frei zu machen, und starb 1597 an den Folgen eines Falles, welchen er bei einem Versuche zur Flucht gethan. — Aehnlich ging es dem David Beuther 1582 in Dresden (vergl. Seite 173), welcher nach Urtheil und Spruch bis zur Mittei-

Behandlung anerkannter Adepten.

Behandlung anerkannter Adepten.

lung seiner Methode, den Stein der Weisen darzustellen, gefoltert werden sollte; der Tag zur Ausführung der Sentenz war schon anberaumt, und Beuther entging der Tortur nur durch das Versprechen, seine Künste offen angeben zu wollen, entzog sich aber der Erfüllung durch schnellwirkendes Gift. — Auf dieselbe Art wurde noch 1603 wieder in Dresden Alexander Setonius behandelt, ein schottischer Edelmann, welcher in der Geschichte der Alchemie eine zu bedeutende Rolle spielt, als daß wir seiner hier nicht ausführlicher erwähnen sollten.

Setonius.

Alexander Setonius Scotus, wie dieser Adept sich eigentlich schrieb, ob er gleich unter dem Namen Cosmopolita reisete, wurde zuerst 1602 als Besitzer des Steins der Weisen bekannt. Um diese Zeit trat er in den Niederlanden auf, und eine Menge Transmutationen wurden von dort bekannt. Es ist billig, hier zu bemerken, daß bei keiner Metallverwandlung, welche von ihm ausging, je über Betrügerei Klage erhoben wurde. Im Jahre 1603 war er in der Schweiz und im Elsaß, wo er gleichfalls jedem Zweifler gern den Argwohn durch das Experiment der Verwandlung unedler Metalle in Gold benahm. In Straßburg war er die Ursache, daß ein dort geachteter Bürger, ein Goldschmidt Güstenhöver, in's Verderben gestürzt wurde. Zu diesem kam ein Fremder, welcher allen Umständen und der ganzen Beschreibung nach Setonius gewesen sein muß, miethete des Goldschmidts Werkstatt für kurze Zeit zu einer chemischen Arbeit, und schenkte diesem zur Belohnung ein wenig von dem Stein der Weisen, in dessen Besitz er war. Güstenhöver säumte nicht, die Wirksamkeit desselben zu erproben, und zwar vor Zeugen; das Gerücht des glücklichen Erfolges verbreitete sich schnell, und Güstenhöver wurde dabei nicht allein als Besitzer, sondern auch als Verfertiger des Steins der Weisen genannt. Diese Sache konnte dem großen Alchemistenfreund Rudolph II. in Prag nicht verborgen bleiben; er forderte von dem Rath von Straßburg Bericht, und da dieser eine Verwandlung von Blei in Gold constatirte, so ließ sich der Kaiser den Goldschmidt nach Prag bringen, wo dieser mit aller Gewalt Gold machen sollte, und zwar viel. Alle Betheuerungen seiner Unschuld und Unwissenheit halfen dem armen Güstenhöver nichts; des Kaisers Befehl, ihn gefangen zu halten, bis er den Stein der Weisen darstelle, ließ ihn nie seine Freiheit wieder erlangen.

Setonius selbst ging von Straßburg nach Frankfurt; hier und in

dem benachbarten Offenbach machte er oft aus unedlen Metallen Gold. Später finden wir ihn in Köln wieder, dann in Hamburg. Im Herbste 1603 kam er nach Crossen in Sachsen, wo damals der kurfürstliche Hof sich aufhielt. Durch seinen Diener ließ Setonius vor Kurfürst Christian II. aus Blei Gold machen, und die Transmutation gelang, ohne daß an Betrug zu denken war. Kurfürst Christian hatte nicht sobald die Ueberzeugung gewonnen, daß die Alchemie eine feste Basis habe, als er auch schon den Entschluß faßte, das Geheimniß mit Gewalt zu erwerben. Er ließ Seton verhaften, und nach Dresden bringen. Der unglückliche Adept wurde wiederholt aufgefordert und mit der Folter bedroht, die Darstellung des Steins der Weisen dem Kurfürsten zu lehren. Er blieb standhaft, selbst als die Drohungen zur That geworden waren und er die verschiedenen Foltergrade aushielt, von welchen man nicht abließ, als bis man die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß wiederholte Tortur ihn tödten müsse. — Er wurde nun zu lebenslänglicher Gefangenschaft verurtheilt, und die Haft ihm möglichst qualvoll gemacht, um seine Standhaftigkeit aufzureiben und ein Geständniß zu erzwingen.

Behandlung anerkannter Adepten. Setonius.

Zu jener Zeit hielt sich in Dresden ein polnischer Edelmann, Michael Sendivogius, auf. Er suchte die Gunst des Kurfürsten und sein Vertrauen zu gewinnen, und erhielt von ihm die Erlaubniß, den Gefangenen besuchen zu dürfen. Sendivogius verständigte sich mit Seton, diesen aus seiner Haft zu befreien. Vom Kurfürsten zum Besuche des Adepten berechtigt, erregte sein häufiger Aufenthalt bei diesem keinen Argwohn, und er konnte alle seine Vorbereitungen ungestört treffen. Die Flucht gelang; Sendivogius kam mit Seton glücklich in Krakau an, allein der Letztere starb an den Folgen der erlittenen Mißhandlungen noch 1604. Selbst seinem Befreier theilte der Adept nicht sein Geheimniß mit, doch schenkte er ihm eine beträchtliche Menge des Steins der Weisen, welche er in Dresden noch verborgen hatte und die nach seiner Flucht glücklich gerettet worden war.

Sendivogius.

Sendivogius begnügte sich nicht, das Mittel in Händen zu haben, um reich zu werden, sondern seine Eitelkeit verleitete ihn, sich selbst für einen Adepten auszugeben. So ging er noch 1604 nach Prag, und machte dort die Seite 197 erwähnte Transmutation. Sein Ruf stieg schnell, und Herzog Friedrich von Würtemberg lud ihn ein, Stuttgart mit seiner Anwesenheit zu beehren. Sendivogius folgte der Ein-

Behandlung anerkannter Adepten. Sendivogius.

ladung; schon 1605 kam er in Würtemberg an, wo er die beste und ehrenvollste Aufnahme fand. Aber auch Neider wurden bald gegen ihn rege; der bis zu seiner Ankunft am Stuttgarter Hofe hochgeschätzte Hofalchemist von Müllenfels fand vorzüglich sein Ansehen gefährdet, im Bewußtsein, selbst von der Darstellung des Steins der Weisen nichts zu wissen. Müllenfels hatte sich auch nie besonders darauf gelegt, da er erfahren hatte, daß man auch ohne dies für einen guten Alchemisten gelten kann; er hieß eigentlich Müller und hatte die Barbierkunst gelernt, auf der Wanderschaft hatte er mit Alchemisten Bekanntschaft gemacht, denen er einige Kunststücke absah. Mit diesen ausgerüstet, hatte er sich dem Kaiser Rudolph präsentirt, vor seinen Augen in den Tiegel Blei gethan und dann Gold herausgenommen, was den erlauchten Herrn amüsirte, welcher ihn zum Herrn von Müllenfels ernannte und gnädig laufen ließ. Er hatte sich dann nach Stuttgart gewendet, und hier sah er in Sendivogius plötzlich einen Nebenbuhler, der ihm gefährlich werden konnte. Er beschloß ihn zu verderben; zu dem Ende verleitete er ihn zur Flucht, indem er ihm zustecken ließ, Herzog Friedrich habe mit ihm im Sinn, was Kurfürst Christian an Setonius versucht hatte; der Pole floh, aber Müllenfels fing ihn auf eigene Hand auf, beraubte ihn seines Vorraths an der goldmachenden Substanz, und hielt ihn gefangen. Müllenfels präsentirte sich nun seinem Herrn als wahrer Adept, der soviel wie Sendivogius leisten könne, und ward reich belohnt. Aber der Pole ersah sich eine Gelegenheit zur Flucht; er hatte die Falschheit seines Kunstgenossen erkannt, und wandte sich aus der Ferne klagend an den Herzog. Müllenfels ward verhaftet, gestand seine Uebelthat, und wurde 1607 an den eisernen Alchemistengalgen gehängt. Sendivogius erhielt indeß nicht zurück, was ihm an Tinctur gestohlen worden war; was er später noch an Metallverwandlungen producirte, wird leichtlich als Betrügerei erkannt. Er blieb übrigens als Adept doch noch in Ansehen, schriftstellerte auch fleißig über die Kunst, den Stein der Weisen zu machen, und starb 1646.

Aehnliche Maßregeln, wie gegen Seton, wurden in Frankreich ergriffen, um der Regierung das Geheimniß der Goldmacherkunst zu erwerben, oder es wenigstens nicht in anderen Händen zu lassen. Ein gewisser Dubois, auf welchen durch Geschenk und Erbschaft von Flamel her eine Portion des Steins der Weisen gekommen sein sollte, und welcher vor

Dubois.

dem Cardinal Richelieu und dem König Ludwig XIII. Beweise für die Möglichkeit der Metallveredlung ablegte, wurde, als er nach längerer Haft die Darstellungsmethode der Tinctur nicht angeben konnte oder wollte, zum Tode verurtheilt und gehängt. Behandlung anerkannter Adepten. Dubois.

Das grausame Verfahren wider diejenigen Alchemisten, gegen welche man keine Beschuldigung der Betrügerei erhob, wurde stets als einer der stärksten Beweisgründe für die Wahrheit ihrer Kunst angesehen. Sicher bleibt es schwer begreiflich, wie man, wenn die Unmöglichkeit der Metallverwandlung anzunehmen ist, sich in dem Grade von ihrer Existenz versichert wähnen konnte, daß alle Mittel eines rohen Zeitalters zur Erlangung des Geheimnisses aufgeboten wurden. Ich erwähne einiger solcher Vorgänge noch, weil sie mit dem Erscheinen fast aller der Alchemisten in Verbindung stehen, welche für wahre Adepten gehalten wurden.

Setonius' Schicksal mochte die Alchemisten, welche sich ihrer Kunst gewiß glaubten, vorsichtig machen. So bietet der erste Adept, der sich nach jenem zeigte, eine der geheimnißvolleren Erscheinungen in der Geschichte der Alchemie. Von 1640 bis 1666 zeigt sich nach einander in den verschiedenen Ländern Europa's ein Alchemist, welchen alle Kunstverständigen als einen der größten Meister ihres Faches verehren. Den Fachgenossen nennt er sich Philaletha, für den großen Haufen und die wißbegierigen Diener der öffentlichen Sicherheit hatte er stets eine Menge anderer Namen in Bereitschaft. Bald unter diesem, bald unter jenem Namen auftretend, aber stets wieder als derselbe erkannt, setzte er durch seine Transmutationen Alle in Erstaunen. Nach 1688 hörte man nichts mehr von ihm. Philaletha.

Zwölf Jahre später durchzieht ein anderer Meister seiner Kunst Europa; weniger zurückhaltend, aber immer noch vorsichtig genug, um sich vor näherer Bekanntschaft mit großen Herren, welche Liebhaberei an seiner Kunst finden könnten, zu hüten. Er nannte sich Laskaris, und wollte Vorsteher eines griechischen Klosters auf Mitylene sein. Er war klug genug, um selten selbst die Metallveredlung zu zeigen, aber dafür theilte er gern Andern von dem Stein der Weisen mit, damit so die Richtigkeit der Alchemie bewiesen werde. Unter den Emissären, welche er zur Bekehrung der Zweifler aussandte, ist besonders Johann Friedrich Böttticher bekannt geworden. Dieser war 1701 Lehrling in einer Berliner Apotheke, deren Besitzer als Alchemist bekannt war; in dieser Stellung Laskaris. Böttticher.

Behandlung anerkannter Adepten. Böttticher.

machte Böttticher Bekanntschaft mit Laskaris, welcher die Apotheke einmal besuchte; er erhielt von diesem, der ihn in seine Wohnung einlud, eine ziemlich bedeutende Menge des Steins der Weisen, mit dem Auftrag, in einigen Tagen, nach der Abreise des Gebers, die Wirkung zu versuchen und öffentlich zu zeigen. Die Verwandlung des Queckſilbers in Gold gelang vortrefflich und vor mehreren Zeugen.

Böttticher war eitel genug, wie Sendivogius, sich für den Urheber der Tinctur auszugeben. Die Transmutationen wurden schnell bekannt und König Friedrich I. gab Befehl, sich des Adepten zu versichern. Böttticher floh noch zu rechter Zeit über die sächsische Grenze nach Wittenberg; der König von Preußen verlangte seine Auslieferung, und zwar in einer Art, welche dem angeblichen Adepten eine ungemeine Wichtigkeit beilegte. Bei der Abwesenheit des Regenten (König August II. von Polen befand sich gerade in Warschau) wagte die sächsische Regierung nicht, in einer möglicher Weise so folgereichen Angelegenheit zu entscheiden; die Auslieferung wurde vorläufig verweigert, und an den König nach Warschau berichtet. Der preußische Hof drang indeß fortwährend auf Uebergabe des Adepten, und die Sache wurde mit solchem Ernst behandelt, daß man in Sachsen eine Ueberrumpelung Wittenbergs, wo Böttticher noch immer sich befand, durch die Preußen fürchtete, und für Verstärkung der dortigen Besatzung Sorge trug. Der Generalgouverneur des Kurfürstenthums, Fürst von Fürstenberg, ließ den Adepten nach Dresden bringen, und wurde durch die in seinem Beisein angestellten Versuche überzeugt, daß Böttticher das Geheimniß der Goldmacherkunst besitze. Fürstenberg begab sich nun selbst nach Warschau zu August II., wohin er die angeblichen Mittel, Gold darzustellen, mitnahm, und sie mit dem König gemeinsam versuchte. Als Resultat erhielt man indeß kein Gold; diese mißlungene Operation schwächte aber das Vertrauen zu Böttticher's Kunstfertigkeit nicht im Geringsten. Dieser wurde in den Adelstand erhoben, aber doch nicht außer Augen gelassen. Der König suchte ihn fortwährend durch gnädige Behandlung zur offenen Mittheilung seines Geheimnisses zu bewegen; er bewilligte alle seine Wünsche; der Ton seiner vielfachen Briefe an Böttticher ist fast mehr als herablassend, und in eigenhändigem Schreiben gratulirte der König seinem Alchemisten zum neuen Jahr. Doch ließ man es von Anfang an auch an strenger Bewachung nicht fehlen, um die Art kennen zu lernen, wie Böttticher den Stein der Weisen bereite, und

um seiner sicher zu sein, da dem Alchemisten in Dresden nichts weniger als wohl zu Muthe war, und er nach einer guten Gelegenheit zur Flucht sich umsah. Die Bewachung war anfänglich wenig merkbar, trat aber immer deutlicher hervor, als Böttticher aufmerksam wurde, und sich ihr zu entziehen suchte, besonders als die ihm von Laskaris übergebene Quantität Tinctur zu Ende ging. Zuletzt wurde er auf die Festung Königsstein gebracht. Behandlung anerkannter Adepten. Böttticher.

Nach einigen Nachrichten soll die letztere strenge Maßregel besonders dadurch hervorgerufen worden sein, daß auch von außen an Böttticher's Befreiung eifrig gearbeitet wurde. Nach diesen Erzählungen hielt es Laskaris, dem alles bis hierher Erwähnte bekannt geworden war, für seine Pflicht, dem unbesonnenen Jüngling zu helfen. Laskaris ging deßhalb nochmals nach Berlin, und vertrauete sich einem Freunde Böttticher's, einem gewissen Dr. Pasch an. Diesen schickte er nach Dresden, mit dem Auftrage, dem Könige für Böttticher's Freilassung 800,000 Ducaten zu bieten, welche man in Holland erheben könne. Pasch ging nach Dresden, und theilte seine Aufgabe einigen hochstehenden Verwandten mit. Diese versprachen ihm, für diesen Preis Böttticher's Freilassung selbst bewirken zu wollen, da ein so hohes Lösegeld den König nur in seinem Vertrauen zu Böttticher's Adeptenkunst bestärken könne. Man veranstaltete eine Communication zwischen Böttticher und Pasch, allein die Sache ward entdeckt, und Böttticher auf den Königsstein, Pasch auf den Sonnenstein abgeführt. Nach $2\frac{1}{2}$ Jahren suchte Letzterer, mit Hülfe eines Soldaten der Besatzung zu flüchten, was ihm auch gelang, allein ein schwerer Fall bei seiner Entweichung hatte seine Gesundheit zerstört. Er kehrte nach Berlin zurück, erzählte dort seine Schicksale (die durch seinen Verkehr mit einem Adepten so viel Interesse hatten, daß selbst der König Friedrich I. seine mündliche Berichterstattung verlangte), und starb bald.

Böttticher blieb nicht lange auf dem Königsstein; er wurde nach Dresden zurückgebracht, um desto eher willig gemacht zu werden, an dem Stein der Weisen zu arbeiten. Ein Versuch zur Flucht mißlang, und ließ nur seine Haft strenger werden, wobei ihm jedoch immer Freiheit und Belohnung zugesichert wurde, wenn er den Stein der Weisen machen lehre. Böttticher selbst bestärkte immer noch die Ansicht, daß er Gold machen könne, und schloß noch 1704 darüber einen besondern Contract mit dem Könige ab. Als eins der kostbareren Besitzthümer der Krone Sachsen

Behandlung anerkannter Adepten. Böttticher.

wurde er 1706 noch einmal mit anderen Kleinodien auf den Königsstein in Sicherheit gebracht, als Sachsen von einer schwedischen Invasion bedroht wurde. — Bis 1707 hatte des Königs Langmuth ausgehalten, womit dieser auf den Besitz des Mittels, Schätze zu erlangen, hoffte; nun indeß nahm der Monarch die Sache ernster, und drohte dem Alchemisten mit seinem Zorne, wenn er nicht seine Versprechungen erfülle. In dieser Lage konnte sich Böttticher auf das Loos gefaßt machen, welches Bragadino, Krohnemann und Andere erfahren hatten; ihn rettete allein ein günstiges Ereigniß, die Entdeckung der Porzellanbereitung, auf welche er, nach dem Rath verständiger Freunde, schon längere Zeit gearbeitet hatte. Auf diese Entdeckung hin wagte es Böttticher, dem König zu gestehen, daß er nie die Kunst besessen habe, den Stein der Weisen zu machen. Der König, überrascht durch die Vortheile, welche die Fabrication des Porzellans ihm bringen mußte, verzieh dem Alchemisten, der nun, wegen der Bewahrung des neuen Geheimnisses zwar immer noch beaufsichtigt, aber doch weniger in seiner persönlichen Freiheit beschränkt, Director der Porzellanmanufactur wurde, in welcher Eigenschaft er 1719 starb.

Laskaris.

In ähnlichem Auftrage, wie Böttticher, wurden noch viele Andere von einem Unbekannten mit kleinen Mengen des Steins der Weisen ausgerüstet, und die Zeit zwischen 1700 und 1720 ist vorzugsweise reich an Transmutationsgeschichten, welche die Anhänger der Alchemie als vollkommen unverdächtige zur Stütze der Wahrheit ihrer Kunst anführen. Bei mehreren dieser Metallverwandlungen, wo die Inhaber des Steins der Weisen sich darüber aussprachen, wie sie dazu gekommen waren, paßt die Beschreibung der Persönlichkeit des unbekannten Gebers sehr auf Laskaris. Er soll es gewesen sein, der namentlich Caëtano (Seite 202) eine kleine Menge des Steins der Weisen mitgetheilt, der dem Baron Dierbach (Seite 176) das goldmachende Pulver gegeben, und dem Landgraf Ernst Ludwig von Hessen-Darmstadt (Seite 172) die unzweideutigsten Beweise für die Möglichkeit der Metallverwandlung in die Hand gegeben haben soll. Laskaris soll es gewesen sein, der 1716 eine kleine Menge der silbermachenden Substanz nach Wien sandte, um damit die Zweifler zu bekehren, und so eins der merkwürdigsten Ereignisse, welche für die Wahrheit der Alchemie sprechen, veranlaßt haben. Um die Wirkung dieser kleinen Menge Tinctur zu prüfen, vereinigten sich am 19. Juli 1716 der österreichische Vicekanzler Graf Joseph von Würben und Freudenthal, Graf Ernst und Freiherr

Wolf von Metternich, der königlich preußische Gesandte am Wiener Hof, Staatsrath Ernst, und der Brandenburg-Culmbachsche Gesandte, Geheime-Rath Wolf. Die Versuche wurden angestellt in dem Hause des Commandanten von Wien, des Generalfeldzeugmeisters Grafen von Rappach, und das Protocoll wurde aufgenommen von dem fürstlich schwarzburgschen Hofrath Pantzer. Diese Herren beschreiben die Tinctur dem Aussehen nach wie Salz; es war ein Körnchen, so groß als man es im Auge leiden kann, und wog ein Loth Probirgewicht. Sie vermieden den Gebrauch aller Tiegel, machten eine gewöhnliche Kupfermünze, dergleichen im Wiener Armenhaus ausgetheilt wurden, glühend, warfen das Stückchen Tinctur an Wachs geklebt darauf, und löschten sodann das Metall in Wasser ab. Bei dem Herausnehmen fand man die Kupfermünze in eine gleiche von weißem Metall verwandelt, das sich bei dem Cupelliren als 14löthiges Silber erwies. Das Stückchen Tinctur hatte dem Anschein nach unverändert auf der Kupfermünze gelegen, als diese abgelöscht wurde; das Wasser, worin es aufgenommen worden war, zeigte sich gleichfalls noch metallveredlend, denn Kupfermünzen geglüht und darin abgelöscht zeigten sich gleichfalls in Silber verwandelt. Ein Gewichtstheil der Tinctur brachte hier ungefähr 10,000 Gewichtstheile Silber hervor; es wog zugleich das in Silber verwandelte Kupfer um den achten Theil mehr, als sein Gewicht vor der Verwandlung betragen hatte. Der ganze Vorgang wurde genau protocollirt, und von den Anwesenden in memoriam et fidem rei sic gestae factaeque verae transmutationis, wie das Protocoll sagt, dieses unterschrieben und besiegelt; nach einer gerichtlich beglaubigten Abschrift ist es später gedruckt worden. Behandlung anerkannter Adepten. Laskaris.

Daß Laskaris der Ueberschicker der Substanz gewesen sei, deren metallverwandelnde Kraft hier erprobt wurde, ist nur eine Annahme, welche deßhalb für wahrscheinlich gehalten wurde, weil er seiner Zeit der einzige Alchemist war, dessen Meisterschaft von Niemand in Zweifel gezogen wurde, und weil Niemand wohl einen solchen Gegenstand an Unbekannte wegschenkte, wenn er ihn nicht selbst verfertigen konnte. Bloße Vermuthung ist es auch, daß Laskaris der Unbekannte gewesen sei, welcher der Gräfin Erbach Silbergeräth in Gold verwandelte (Seite 173). Nach 1720 hat man von ihm weiter nichts mehr gehört.

Die Geschichte der Alchemie erzählt noch von einem Adepten, der, im Anfang weniger vorsichtig als Laskaris, beinahe Setonius' Schicksal Sehfeld.

Behandlung anerkannter Adepten. Sehfeld.

getheilt hätte, allein der Gefahr noch entrann, und später ebenfalls für die Wahrheit der Alchemie nur dadurch zu kämpfen suchte, daß er an dritte Personen, welche ihn nicht kannten, Proben des Steins der Weisen verschenkte, und sich dann jeder nähern Nachforschung durch schleunige Flucht entzog. Dieser Adept kam 1746 unter dem Namen Sehfeld in das Bad Rodaun bei Wien, miethete sich dort bei dem Bademeister ein, und entdeckte sich diesem nach einigem Aufenthalt als Besitzer der Kunst, Gold zu machen. Er verwandelte Zinn in Gold, welches der Bademeister in die Wiener Münze trug und dort verkaufte. Allein auch die Familie des Bademeisters wurde in das Geheimniß gezogen, und nun war es bald verbreitet. Dazu kam, daß die beträchtlichen Mengen Goldes, welche von Rodaun in die Wiener Münze verkauft wurden, letztern Orts Aufsehen erregten. Die Sache wurde bis in die höchsten Kreise hinauf besprochen, und auf Befehl der Kaiserin Maria Theresia wurde Sehfeld verhaftet. In Wien wurde er scharf verhört, zuletzt sogar unbarmherzig gegeißelt, um die Entdeckung des Geheimnisses zu erpressen; er weigerte sich indeß standhaft, die Methode mitzutheilen, wie die Metallveredlung zu bewirken sei. Als man die Ueberzeugung gewann, daß durch harte Behandlung nichts herauszubringen sei, wurde er auf die Festung Temeswar abgeführt. Der Commandant dieser Festung lernte ihn genauer kennen, gewann Interesse für ihn, und bemühte sich am kaiserlichen Hofe, eine Milderung seines Schicksals zu bewirken, was ihm indeß nicht gleich gelang. Kaiser Franz I. jedoch, durch diese Umstände aufmerksam gemacht, bekümmerte sich nun näher um die Sache und hörte namentlich den Bademeister aus Rodaun selbst ab. Der Kaiser wurde von der Kunstfertigkeit Sehfeld's überzeugt; er suchte nun durch gütigere Behandlung ihn zu der Mittheilung des Geheimnisses zu bewegen und entließ ihn von der Festung, ordnete ihm jedoch zwei Officiere zu, welche jede seiner Handlungen und namentlich seine chemischen Arbeiten genau bewachen sollten. Mit einem Male aber waren der Adept und seine Wächter verschwunden.

Weder von dem Ersteren noch von den Letzteren wurde wieder etwas gehört; Sehfeld mußte wohl gelernt haben, vorsichtig zu sein. Ihn hielt man für den Fremden, der an Reussing (Seite 176) von dem Stein der Weisen mittheilte; noch andere Transmutationsgeschichten, welche um 1750 sich zutrugen, schrieb man seiner Mitwirkung zu.

In das Vorhergehende habe ich die wichtigsten Thatsachen, welche die Anhänger der Alchemie anzuführen pflegen, eingeflochten; neuere werde ich unten bei der geschichtlichen Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie abnahm, beizubringen Gelegenheit haben. Wir haben ebenso gesehen, welches das Loos der Alchemisten war, wenn sie mit großen Herren zu thun hatten. Nicht viel besser erging es den Meisten, welche für sich, ohne hohes Patronat nachzusuchen, an der Darstellung des Steins der Weisen arbeiteten.

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

Die Alchemisten an Höfen wurden entweder als Unwissende fortgejagt, oder als Betrüger bestraft, oder als Besitzer des größten Geheimnisses gefoltert. Die Alchemisten, welche in Zurückgezogenheit in ihrer Kunst sich versuchten, hat die Geschichte nur wenig berücksichtigt, außer daß allenfalls die Literaturgeschichte der hermetischen Kunst, und diese ist sehr reichhaltig, ihre Namen nennt. Die fahrenden Alchemisten sind besser bekannt geworden, und haben meist ein böses Ende genommen. Entweder galten sie für Besitzer des Steins der Weisen, und dann lauerten ihnen habsüchtige Menschen und neidische Kunstgenossen auf, oder auch sie suchten zeitlebens nach dem Stein der Weisen in allen Ländern, fanden ihn nicht, und starben in Verarmung.

Hinsichtlich der Gefahren, welche ein Alchemist sich durch den erlangten Ruf der Meisterschaft zuziehen konnte, — wenn er sich auch von Höfen entfernt hielt, wo man aus Gründen der Politik seine nähere Bekanntschaft und Mittheilung hätte wünschen können, — hat die Geschichte viele Beispiele aufbewahrt. So wurde 1483 ein Alchemist, Ludwig von Neisse, der seine Kunst zu Marburg producirt hatte, von einem hessischen Edelmann, Hans von Dörnberg, ermordet, da dieser in den Besitz der Tinctur zu kommen wünschte. So ging es auch 1556 einem Edelmann aus Guyenne, Denis Zachaire, welcher in Deutschland reiste und auf den Grund hin, daß man in seinem Besitz den Stein der Weisen wähnte, zu Köln von seinem Diener erschlagen wurde. Sebastian Siebenfreund, ein Mönch, welcher von einem alten Klostergeistlichen das Geheimniß der Metallverwandlung erlernt und das Mittel dazu in Händen haben wollte, fand 1570 zu Wittenberg den Tod unter den Händen dreier mißgünstigen Alchemisten, unter welchen auch Leonhard Thurneysser gewesen sein soll; und ebenso kam ein anderer Mönch, Albrecht Beyer, in demselben Jahr zu Nürnberg um's Leben, weil seine Mörder den Stein der Weisen

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

bei ihm zu finden glaubten. Solche Mordgeschichten, veranlaßt durch das Streben, ohne eigene Mühe in den Besitz des Mittels zu großen Reichthümern zu kommen, liegen in Menge vor. Wir haben an den vorstehenden genug; ebenso wenig kommt dabei heraus, speciell hier noch auf andere einzelne Schicksale derjenigen Alchemisten weitläufig einzugehen, welche sich der Darstellung des Steins der Weisen auf eigene Kosten widmeten. Auch von ihnen gilt, was schon Johannes Trithemius (geb. 1462 zu Tritenheim bei Trier, gestorben 1516 als Abt zu Würzburg) als das häufige Ende der Alchemisten angiebt, wenn er sagt: Vanitas, fraus, dolus, sophisticatio, cupiditas, falsitas, mendacium, stultitia, paupertas, desperatio, fuga, praescriptio et mendicitas, pedissequae sunt Chymiae.

Als den Erfolg dieser Art von Alchemisten, wenn sie nicht durch ungewöhnliche Leistungen oder grobe Betrügereien bekannt wurden, berichtet die Geschichte der Alchemie hauptsächlich Verarmung, das allgemeine Loos Derer, die einer fixen Idee nachhängen, welche entweder unmöglich ist, oder zu deren Verwirklichung sie nicht die nöthigen Kenntnisse haben, und die sie doch mit allen ihnen zu Gebote stehenden Mitteln verfolgen.

Aus den Abendländern vorzüglich, wo die Alchemisten mit der größten Beharrlichkeit ihren Versuchen nachhingen, finden sich viele Beispiele von diesem endlichen Erfolg der Beschäftigung mit der hermetischen Kunst aufgezeichnet. So sagt schon von einem 1286 zu Nürnberg verstorbenen Herrn von der Sulzburg eine gleichzeitige Chronik: »Er hat lange gealchemaiet und viel verthan« Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim (geboren zu Köln 1486, gestorben zu Grenoble 1535) hatte den größten Theil seines Lebens nach dem Stein der Weisen getrachtet, alle Länder bereist, um seine Darstellung zu erfahren, und sich ein wohlbegründetes Recht erworben, am Ende seiner Tage, in Zurückgekommenheit und der bittersten Armuth, ein Buch de incertitudine et vanitate scientiarum zu schreiben, in welchem er besonders die Alchemie verdammt. Bernard Gabriel Penot (gebürtig von St. Maria in Guyenne), welcher um 1600 einer der angesehneren Alchemisten war, und sich in seinen Schriften kecklich für einen wahren Adepten und Besitzer des Steins der Weisen ausgab, hatte von seinen Bestrebungen nur den Erfolg, daß er sein ganzes Vermögen zusetzte, und 1617 arm und verlassen im Hospital zu Iverdün starb. Auf seinem Todbette daran erinnert, ob er nicht seine etwaigen Geheimnisse, um des gemeinen Besten willen, noch mit-

theilen wolle, bezeigte er zwar guten Willen, aber über die Goldbereitung hatte er nichts zu sagen; im Gegentheil verfluchte er die Alchemie, und meinte zu spät, wer seinen Todfeind sicher verderben wolle, müsse ihn überreden, nach dem Stein der Weisen zu forschen. Im 17. Jahrhundert paßte schon auf so Viele, die sich in alchemistische Versuche eingelassen hatten, der damals übliche Wahlspruch: propter lapidem bona mea dilapidavi, daß eine Auswahl einzelner Beispiele schwer wird und unterlassen bleiben mag.

Schicksale der privatisirenden Alchemisten.

Das Vorhergehende mag hinreichen, über die äußere Stellung und die Schicksale der Alchemisten im Allgemeinen einen deutlicheren Begriff zu geben. Welche Wichtigkeit man lange Zeit hindurch alchemistischen Bestrebungen beilegte, ergiebt sich aus den mitgetheilten Einzelnheiten zur Genüge, zugleich aber auch, welcher Art gewöhnlich die Erfolge waren, die solche Bestrebungen beendigten. Wenden wir uns jetzt zu einem andern Gegenstande, der wohl eine abgesonderte Betrachtung verdient, nämlich dazu, in welcher Art man den Stein der Weisen darzustellen hoffte, und überhaupt zu der näheren Berücksichtigung dessen, was mit der Erlangung des Steins der Weisen und der Lösung sonstiger damit zusammenhängender und rein alchemistischer Bestrebungen in Verbindung steht.

IV. Ansichten über die Darstellung des Steins der Weisen.

Darstellung des Steins der Weisen

Die Darstellung des Steins der Weisen wird von allen Alchemisten als im höchsten Grade schwierig anerkannt (daher auch der bei ihnen sehr gebräuchliche Kunstausdruck in magno opere sudare für Alchemie treiben); es kann sie indeß nach ihrem Glauben ein Philosoph entweder aus sich selbst erfinden, oder er lernt sie von einem Andern. Beide Lernmethoden sind schwer, denn der Erfolg selbstständiger Forschung hängt nicht von dem Forscher allein ab, sondern er muß, wenn er zum Ziel seines Strebens gelangen soll, dazu prädestinirt sein; darauf, von einem Andern die Bereitung des Steins der Weisen zu erfahren, konnte gleichfalls nicht mit Sicherheit gerechnet werden, insofern offene Mittheilung des Geheimnisses für sündhaft gehalten wurde, und die versteckten Andeutungen in den Schriften der Adepten alle von der Art waren, daß sich aus ihnen kein Leitfaden für die Ausführung der Versuche ergab.

beruht auf Prädestination.

Die Ansicht, daß es auf besonderer göttlicher Schickung beruhe, wenn Jemand in das Geheimniß der Metallveredlung eingeweiht wird, finde ich zuerst bei den Alchemisten des Abendlandes im 13. Jahrhundert ausgesprochen. Der Fatalismus der Araber mochte diejenigen unter ihnen sich beruhigen lassen, die bei dem Versuche, den Stein der Weisen darzustellen, nicht zum Ziele kamen; bei den christlichen Alchemisten des Abendlandes aber wird im Gegentheil ein glücklicher Erfolg besonderer göttlicher Gnade zugeschrieben. Deßhalb verbieten schon Raymund Lull und Arnold Villanovanus die offene Mittheilung als sündhaft, und der Erstere sagt in seinem Codicillus von sich: Nullo modo eam (alchymiam) comprehendere voluimus, donec aliquis spiritus prophetiae, spirans a patre

luminum, descendit; und zu Anderen: Operationem habere non poteris, quousque spirituali prius fueris divinitatis meritis comprobatus. — Darstellung des Steins der Weisen.

Petrus Bonus von Ferrara, der um 1330—1340 ein alchemistisches Werk unter dem Titel Margarita pretiosa novella de philosophorum lapide schrieb, erklärt darin geradezu, menschlicher Verstand reiche nicht aus, den Proceß der Metallverwandlung ausfindig zu machen, nur durch unmittelbaren Einfluß der Gnade Gottes könne er erforscht werden. Thomas Norton sagt gegen das Ende des 14. Jahrhunderts in seinem Crede mihi: Nemo hanc artem potuit assequi, nisi a Deo quis missus fuerit, a quo institueretur. Johann von Tetzen, ein böhmischer Mönch, der im 15. Jahrhundert einen Processum de lapide philosophorum in Versen verfaßte, äußert sich:

Lapis candens fit ex tribus.
Nulli datur nisi quibus
Dei fit spiramine,
Ex matris ventre quos beavit,
Hanc ad artem destinavit
Sacroque sancimine.

Basilius Valentinus und alle Alchemisten des 16. Jahrhunderts stimmen gleichfalls damit überein, daß die Bereitung der Tinctur auf göttlicher Beihülfe beruhe. Insofern aber dies der Fall ist, muß es Sünde sein, die Darstellung derselben Anderen zu lehren, welchen die göttliche Gnade mangelt und die des Besitzes eines solchen Geheimnisses unwürdig sind.

Schon Raymund Lull im 13. Jahrhundert versichert uns dieses. Juro tibi supra animam meam, quod ea (die Geheimnisse der Alchemie) si reveles, damnatus es, sagt er in seinem Testament. Nam a Deo omne procedit bonum, et ei solum debetur. Quare secretum tenebis illud, quod ei debetur revelandum. Quia si revelares brevibus verbis illud, quod longinquo tempore formavit, in die magni judicii condemnareris, nec tibi remitteretur casus laesae majestatis. Zu gleicher Zeit droht auch Arnoldus Villanovanus mit irdischen Strafen. Qui revelat secretum artis, sagt er im Rosario, maledicetur et morietur apoplexia. Der heilige Thomas von Aquino bleibt nicht zurück, und ermahnt, nicht geschwätzig zu sein, die Perlen nicht vor die Schweine zu werfen, und das Geheimniß nicht Denen mitzutheilen, welche um irdischer Eitelkeit willen darnach trachten. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert spart nicht die Klagen, worin er seine Reue ausspricht, alle die hohen Ge- Die Mittheilung derselben ist sündhaft.

Darstellung des Steins der Weisen.

heimnisse so offen in seinen Schriften dargelegt zu haben, obgleich wohl schwerlich jemals einem Alchemisten nach seinen Angaben die Bereitung des Steins der Weisen gelungen ist. »Ich habe jetzt genug geredt,« sagt er einmal im Triumphwagen des Antimonii, »und genug gelehret, so klar und deutlich, daß man's mit Schriften nicht besser lehren könnte, es wäre denn, daß einer muthwillig zur Hölle traben und darin versinken wollte, indem er dasjenige von sich ausgehen läßt, was doch vom Schöpfer höchlich verboten ist.« Noch Libavius um 1600 berichtet in seiner Praxis Alchymiae, wie die Alchemisten seiner Zeit fest der Meinung waren, die offene Mittheilung des Geheimnisses werde mit plötzlichem Tode bestraft. Ob es dieser Glaube war, der noch Setonius, Sehfeld und Andere standhaft das Geständniß verweigern ließ, wie sie den Stein der Weisen bereiteten, oder ob eigene Unwissenheit, steht dahin. Kein Alchemist, der sich für einen wahren Besitzer des Geheimnisses ausgab, stellte den Stein der Weisen im Gefängniß oder sonst gezwungen dar — damit nicht Unwürdige in den Besitz der Darstellungsmethode kommen, sagen die Anhänger der hermetischen Kunst, und deuten in diesem Sinne die Worte »Versperrte Katzen mausen nicht«, welche Beuther (Seite 173 u. 203) an die Wand seines Gefängnisses geschrieben hatte, als er darin unter Androhung mit der Folter zum Arbeiten gezwungen werden sollte. — Alle Adepten versicherten, ein Eid bände ihre Zunge; den Alchemisten Stahl (Seite 177) entband zwar der Kurfürst von Trier kraft seiner erzbischöflichen Gewalt von diesem Eid, aber die Entdeckung des Darstellungsprocesses wurde dadurch nicht bewirkt.

Reisen, um sie kennen zu lernen.

Bei dem namentlich in den früheren Zeiten allgemein anerkannten Glauben an Prädestination blieb es doch jedem Alchemisten unverwehrt, sich für auserwählt zu halten und alle seine vergeblichen Bemühungen nur als vorübergehende Prüfungen zu betrachten. Dabei gaben sie auf alle Weise Gelegenheit, daß ihnen der Lohn zu Theil werden könne, namentlich durch Reisen, um Jemand zu treffen, der sie als Auserwählte anerkenne und ihnen offene Mittheilung zu machen wage. Reisen war von früher Zeit her schon das Mittel, durch welches Viele in den Besitz des Steins der Weisen kommen wollten. So gestand schon Georg Ripley um 1470, seine Kenntnisse nur durch langes Reisen erlangt zu haben. So durchreiste Graf Bernhard von Trevigo von 1452 bis 1472 Italien, Spanien, England, Schottland, die Niederlande, Frankreich, Deutschland,

Griechenland, die Barbarei, Aegypten, Palästina und Persien, et je despendy en ces choses, — sagt er in seinem Opuscule tres-excellent de la vraye philosophie naturelle des métaux, — bien dix mille trois cents escuz, et fuz en moult grande pauureté, et n'auoys plus guerres d'argent. Et tousiours je cherchois si puisse nulluy trouuer qui me peult conforter. So erzählt uns auch Trismosin im Aureum vellus seine Wanderschaft selbst, und die Menge der fahrenden Alchemisten, welche sich von dem Ende des 15. bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts umhertrieben, bezeugt, wie dieses Mittel, die Erlangung des Steins der Weisen zu versuchen, in Aufnahme kam. Jean d'Espagnet, Stadtpräsident zu Bordeaux, der um 1600 lebte und ein bei den Alchemisten hochgeachtetes Werk, Arcanum hermeticae philosophiae, schrieb, versichert auch ausdrücklich, wer den Stein der Weisen bekommen wolle, müsse eine große Reise vornehmen und Ost- und Westindien besehen, um von dort die köstlichsten Edelgesteine und das reinste Gold mitzubringen. Darstellung des Steins der Weisen.

Wer aber nach dem Stein der Weisen verlangt, kann nicht immer auch solche Reisen unternehmen. Andere versuchten daher es kürzer zu machen, und ich habe schon oben davon gesprochen, wie zudringlich oft den Alchemisten, namentlich wenn sie in die Gewalt Mächtiger gefallen waren, zugesetzt wurde, um das Recept zur Darstellung der Tinctur offen mitzutheilen. Unbegreiflich scheint es, wie man durch Versprechen einer Belohnung Adepten überreden zu können glaubte, das Mittel, Gold in's Unendliche darzustellen, anzugeben; und doch ließ Kaiser Ferdinand III., alser sich 1648 von der Wirksamkeit des Steins der Weisen überzeugt hatte (Seite 171), den Verfertiger der von ihm bewunderten Substanz öffentlich auffordern, sich bei ihm zu melden, und versprach ihm noch dazu hunderttausend Reichsthaler Belohnung. Versprechungen, um sie kennen zu lernen.

Weltliche Mittel, Versprechungen und Drohungen, reichten nicht aus, zur Kenntniß, wie man den Stein der Weisen darstellt, zu verhelfen. Die Alchemisten, welchen diese ohnehin gewöhnlich nicht zu Gebote standen, suchten oft geistige Mittel geltend zu machen, um sich die Entdeckung des Steins der Weisen zu sichern, und die Umstände aufzufinden, welche diese erschweren; sie legten sich deßhalb besonders auf die Astrologie, oder verschmähten auch cabbalistische und magische Mittel, einige selbst das Anrufen böser Geister nicht, wenn sie davon Förderung ihrer alchemistischen Bestrebungen erwarteten.

Darstellung des Steins der Weisen. Anziehung astrologischer und magischer Hülfsmittel.

Die Astrologie steht seit langer Zeit in Verbindung mit der Alchemie; der erste Schriftsteller, welcher von der letztern spricht, Julius Maternus Firmicus in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts, macht ihre Ausübung von der Stellung des Mondes zu einem Planeten in der Stunde der Geburt abhängig (Seite 4). Geber im 8. Jahrhundert, wo er von den Schwierigkeiten der Alchemie spricht, zählt hierzu besonders den Einfluß der Gestirne auf die Metalle, weil wir diesen nicht kennen und jedenfalls nicht nach Willen lenken können. Arnold Villanovanus im 13. Jahrhundert hat besonders der Stellung der Gestirne viel Einfluß auf das Gelingen der chemischen Operationen zugeschrieben, und ein eigenes Buch de sigillis (über Amulete) verfaßt, welche die Wirkungen der Constellationen und auch der bösen Geister zu nichte machen sollen. Die astrologisch-alchemistischen Ansichten fanden um so mehr Verbreitung, da die Planeten und Metalle mit gleichen Namen benannt wurden (was gleichfalls eine sehr frühe Annahme einer Wechselwirkung zwischen ihnen anzeigt), und da deßhalb chemische Meinungen leicht für astrologische und umgekehrt gehalten werden konnten. Noch Paracelsus im 16. Jahrhundert sagt in seinem Tractat de tinctura physicorum: »Wenn du nicht verstehst, was der Cabbalisten Gewohnheit und der alten astronomorum Brauch ist, so bist du weder von Gott in die Spagirei geboren, noch von Natur zu Vulcani Werk erkoren.«

Das Anrufen der bösen Geister paßt zwar wenig zu der Frömmigkeit, welche fast alle Alchemisten zur Schau tragen, wurde indeß doch manchmal in der Verzweiflung versucht. Als z. B. der Engländer Kelley (Seite 197 u. 203) zu Prag in Kaiser Rudolph's Händen war, und nun einmal den Stein der Weisen nolens volens schaffen sollte, beschwor er mit Dr. Dee's Hülfe die infernalischen Mächte, die ihm aber nicht halfen. Einige Alchemisten hatten die Dämonen in ihrer Gewalt, und führten sie in mancherlei Gestalt mit sich herum. So zeigte Thurneysser zu Berlin (Theil I. Seite 109) seinen gefangenen Teufel als eine kleine Gestalt in einem Gläschen. Als er von Berlin 1584 fliehen mußte, kam man in den Besitz dieses bösen Geistes, der sich indeß als ein in Oel aufbewahrter Scorpion auswies. Bragadino (Seite 201) hatte über zwei Dämonen Gewalt, die ihn in Gestalt von schwarzen Bullenbeißern begleiteten. Beide wurden bei der Hinrichtung ihres Herrn zu München 1590 nach Urtheil und Recht unter dem Galgen erschossen. Ein Mailänder Borri

(oder Burrhus), welcher von 1665 bis 1750 bei Friedrich III. von Dänemark Leibalchemist war, hatte gleichfalls einen bösen Geist zu Diensten stehen, der aber nur auf Beschwörung seines Herrn erschien und diesem bei seinen chemischen Operationen guten Rath gab. Dem Borri konnte man so etwas zutrauen, denn er war ohnehin vom Papst wegen Ketzerei in den Bann gethan. Dieser Geist hörte auf den Namen homunculus, und war an das Laboratorium gebannt, welches sich Borri vor Kopenhagen errichtet hatte; als der König diese Anstalt mehr in der Nähe zu haben wünschte, mußte das ganze Laboratoriumsgebäude durch Maschinen über den Wall gehoben werden. Solches geschah um 1670.

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Ausführlicher können wir indeß hier nur von den alchemistischen Arbeiten reden, bei welchen man sich irdischer Mittel, und zwar besonders chemischer, bediente, um den Stein der Weisen zu erlangen. Die meisten Alchemisten arbeiteten auch mehr im Laboratorium, als daß sie sich mit Teufelbannen abgaben; sie arbeiteten nach eigenen Ansichten oder nach den älteren Autoren, so gut sie diese verstanden. In letzterer Beziehung war für sie ein großes Hinderniß, daß die meisten Schriftsteller vollkommen unverständlich schrieben, und die besten Autoritäten nichts weniger als übereinstimmend sind.

Hinsichtlich des letztern Punktes bekommt man ein Urtheil, wenn man sich eine bestimmte Frage zu beantworten sucht, z. B.: giebt es nur Einen Stein der Weisen, oder haben verschiedene Substanzen die metallveredelnde Kraft? Die älteren griechischen Schriftsteller lassen die Wahl zwischen den heterogensten Dingen, um die Verwandlung in Gold zu bewerkstelligen. Primeln- und Rhabarbersaft, Bleiglätte, Schwefel, Spießglanz und alles mögliche wird vorgeschrieben, um aus Queckſilber Gold zu machen. Die abendländischen Alchemisten gebrauchen dazu nur den Stein der Weisen, aber einige sagen, es gäbe nur Einen, wie z. B. Raymund Lull im Testament versichert: Dicimus, quod non est nisi unus lapis philosophicus, und Arnold Villanovanus im Rosarius: Est lapis Unus, während Isaac Hollandus sich in seinem Werke de triplici ordine Elixiris et Lapidis theoria weitläufig äußert, daß es einen mineralischen, vegetabilischen und animalischen Stein gebe, und außerdem auch noch einen zusammengesetzten. Alle aber thun gute Wirkung. Giebt es nun Einen Stein oder mehrere?

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Die Dunkelheit der alchemistischen Werke war im vorigen Jahrhundert fast zum Sprüchwort geworden, und die hermetische Literatur, namentlich der späteren Zeit, ist fast durchgängig von einer Art, daß die Beschäftigung damit zu den unangenehmeren gehört. Die Confusion der Ideen zeigt sich meist schon in den Aufschriften dieser Werke, von welchen viele so originell sind, daß ein paar hier als Repräsentanten der Bücherfabrication aus dem 17. und 18. Jahrhundert erwähnt werden mögen. 1649 erschien ein »Hauptschlüssel zu dem eröffneten philosophischen Vaterherz«; zu derselben Zeit ein »Kinderbett des Steins der Weisen«. Sich in den hermetischen Kunstgriffen geübter zu machen, hilft Einem so wenig die »philosophische Jägerlust und Nymphenfang« (1679), als »der brennende Salamander und der aufgeweckte Chymist«. Um nichts klarer ist »die hellscheinende Sonne am alchymistischen Firmament des deutschen Horizonts«, 1705. — Diese Proben werden genügen.

Aber nicht bloß Werke der letztern Art, welche einer spätern Zeit ihre Entstehung verdanken, sind dunkel, sondern die Unverständlichkeit in der Beschreibung der Methoden zur Darstellung des Steins der Weisen ist im Allgemeinen um so größer, je weiter man zurückgeht, und man kann auch sagen, je berühmtere Autoritäten man befragt. Dunkel mußten aber auch die wahren Adepten schreiben, weil offene Mittheilung sündhaft ist. Daher verstand es sich von selbst, daß jede verständlichere Stelle eines Adepten mit Mißtrauen angesehen wurde, hauptsächlich auch, weil man bei der Ausführung der deutlicher beschriebenen Processe sicher keinen Stein der Weisen bekam. Deßhalb sagt noch 1684 Wilhelm von Schröder, ein damals sehr angesehener Alchemist, in seinem »nothwendigen Unterricht vom Goldmachen«: »Wo die Philosophen aperte reden, da ist ein Betrug dahinter; wo sie aber aenigmatice reden, da denke ihnen nach.« Da wäre nun viel nachzudenken, denn Alles, was von den ältesten Zeiten der Alchemie an bis zu dem 18. Jahrhundert über die Darstellungsweise des Steins der Weisen geschrieben wurde, ist so aenigmatice als irgend möglich. Ich meine hier nicht die Verheimlichung einzelner chemischer Processe unter dunkeln Benennungen (wie z. B. Basilius Valentinus von der Läuterung des Goldes durch Spießglanz oft so spricht, daß er sagt, man solle den rothen Löwen dreimal durch den grauen Wolf jagen, und Aehnliches), sondern von der Andeutung der ganzen Bereitung des Steins der Weisen. Diese sind oft wirklich sehr räthselhaft. Der Tabula sma-

ragdina, welche ich oben (Seite 147) mittheilte, kann man dies nicht anders nachsagen; die anderen klassischen Anweisungen zur Goldfabrication sind noch lakonischer. Die *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* des angeblichen Democrit's enthalten das Geheimniß in ein paar Worten, welche von Jenes Lehrer, dem großen Osthanes, herrühren sollen. Die ganze Mittheilung ist:

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

῾Η *φύσις τῇ φύσει τέρπεται* (die Natur erfreut sich der Natur)
῾Η *φύσις τὴν φύσιν νικᾷ* (die Natur besiegt die Natur)
῾Η *φύσις τὴν φύσιν κρατεῖ* (die Natur beherrscht die Natur)

Wer dieses Geheimniß nicht versteht, der kann sich an einer andern Schrift versuchen, welche Synesius mitgetheilt hat, und die unter dem Namen der Memphitischen Tafel bekannt war:

ΟΥΡΑΝΟ · ΑΝΩ · ΟΥΡΑΝΟ · ΚΑΤΩ (Himmel oben, Himmel unten)
ΑΣΤΕΡΑ · ΑΝΩ · ΑΣΤΕΡΑ · ΚΑΤΩ (Sterne oben, Sterne unten)
ΠΑΝ · ΑΝΩ · ΠΑΝ · ΤΟΥΤΟ · ΚΑΤΩ (alles oben, alles dieses unten)
ΤΑΥΤΑ · ΛΑΒΕ · ΚΑΙ · ΕΥΤΥΧΕ (dieses nimm und werde glücklich)

Im Laufe der Zeit werden die Vorschriften zur Darstellung des Steins der Weisen länger, aber nicht gerade deutlicher. Aus dem 13. Jahrhundert gebe ich als Probe das IX. Kapitel aus dem Testament des Raymund Lull, welches überschrieben ist de praeparatione lapidis, und sich durch verhältnißmäßig große Klarheit auszeichnet: Praeparatio lapidis est, quod recipias de succo lunariae, et sudorem ejus extrahe cum igne parvo et leni, et habebis in tuo posse unum de argentis vivis nostris in liquore et forma aquae albae, quae est ablutio et purgatio lapidis nostri et totius ejus naturae. Et istud est unum de principalioribus secretis, et est prima porta. In isto liquore rectificatur magnus Draco, et projicitur a magno deserto Arabiae, quia immediate suffocaretur prae siti et periret in mari mortuo. Verte igitur ipsum et mitte in regnum Aethiopiae, unde naturaliter nativus est; quia dicimus quod nisi vertatur, et ponatur in terra sua, recedet et aliam intrabit regionem. Quare de certo scias, quod omne aliud clima vel alia regio nostro lapidi mortem affert, velato non scientibus ac ignorantibus, et per nos cognito. Hiernach zu arbeiten, ist schwer. — Gehen wir weiter vor, bis zu 1600, so giebt uns z. B. das Arcanum hermeticae philosophiae von Jean d'Espagnet folgende Anweisung: »Nimm eine geflügelte Jungfrau, die da wohl gewaschen und gereinigt ist, und von dem geistlichen

Dunkelheit der alchemistischen Schriftsteller.

Samen ihres ersten Mannes, wiewohl ohne Verletzung der Jungfrauschaft, schwanger sei; dieselbe vermähle ohne Verdacht des Ehebruchs dem andern Manne, so wird sie aus seinem körperlichen Samen abermals empfangen, und endlich ein ehrwürdig Kind (nämlich den Stein der Weisen), das beiderlei Geschlechts ist, gebähren.« Zu jener Zeit kam man auch auf die Idee, die Bereitung des Steins der Weisen in Büchern zu lehren, worin kein Buchstabe zu finden ist. Das Buch, betitelt Liber mutus, gehört hierher; es enthält Nichts als eine Reihe von Abbildungen. Im Anfang sind sie verständlich; der Alchemist und sein Weib spannen Tücher aus, um das Regenwasser aufzufangen und den spiritus mundi daraus zu destilliren. Bald aber werden die Abbildungen unerklärbar, und erst das letzte Blatt, wo der Alchemist und sein Weib dankbar auf den Knien liegen, sagt wieder etwas Deutliches aus: daß sie ihr Ziel erreicht haben.

Solchergestalt sind die Lehren, welche die als Adepten anerkannten alchemistischen Schriftsteller fast durchweg für die Bereitung des Steins der Weisen geben. Wenn deutlichere Vorschriften vorkommen, und ich werde im Folgenden einige mittheilen, da gehen sie stets von Alchemisten aus, die nie eines besondern Adeptenrufs sich erfreuten; denn ihre Angaben können geprüft werden, und dann erweisen sie sich als falsch, was den eigentlichen Adepten nie zustoßen kann.

Noch mehr unwiderlegliche Angaben von der obigen Sorte anzuführen, wäre unnütz; vergeblich wäre auch ein Versuch, die so oft dabei vorkommenden figürlichen Bezeichnungen erklären zu wollen, da mit den meisten wohl nie ein bestimmter Begriff verbunden war. Nur im Allgemeinen will ich andeuten, welche Vorstellung sich die meisten Alchemisten von der Darstellung der Tinctur gemacht zu haben scheinen. Die anerkanntesten Autoritäten weichen aber zu sehr von einander ab, als daß nicht der folgenden Darstellung viele Einwürfe aus berühmten Schriftstellern entgegengehalten werden könnten; ich kann indeß unmöglich hier auf alle diese Widersprüche Rücksicht nehmen.

Darstellung des Steins der Weisen.

Um den Stein der Weisen darzustellen, muß man zuerst die richtige Materie haben, deren weitere Bearbeitung ihn hervorbringt. Diese heißt Materia prima cruda oder remota, auch terra virginea, terra Adamica u. s. w. Aus ihr gewinnt man den Mercur der Weisen, eine Substanz, in welcher die Alchemisten das mercurialische und schwefelige

Princip (was sie auch oft den weiblichen und männlichen Samen nennen) in größter Reinheit enthalten glaubten. Der Mercurius philosophorum heißt auch sonst noch die Materia prima matura oder proxima; Chaos; Azoth; bei Raymund Lull und Arnold Villanovanus auch succus lunariae; außerdem noch Jungfernmilch; nutrix; leo viridis (diese Bezeichnung »der grüne Löwe« ist eine der häufigeren; schon Roger Baco schrieb ein Verbum abbreviatum de leone viridi, nach welchem es scheint, als ob die Farbe des Grünspans den ersten Anlaß zu der Benennung gegeben habe); draco devorans, congelans et mortificans caudam suam; venenum; locus desertus, und was er sonst noch für Namen haben mag. Dieser Mercur der Philosophen ist von dem gewöhnlichen Quecksilber ganz verschieden; er enthält aber die Bedingungen, durch welche Metalle überhaupt entstehen (nämlich das mercurialische und das schweflige Princip in größter Intensität); zu ihm setzt man einen Stoff, welcher die in ihm enthaltene Kraft in Einer bestimmten Weise sich äußern läßt; man setzt zu ihm philosophisches Gold, welches gleichfalls von dem gemeinen Gold verschieden ist. Der Mercurius philosophorum wird mit dem Auro philosophorum vermischt, und die Mischung, vor dem Zutritt der Luft geschützt, längere Zeit bei geringer Wärme digerirt. Dabei muß das Gefäß, in welchem diese Operation vor sich geht, eine ganz bestimmte Form haben, und über die beste Form, die das ovum philosophicum, wie es genannt wurde, besitzen soll, ist viel geschrieben worden, ebenso wie über die Gestalt des Ofens, in welchem die Digestion vorzunehmen ist. Diese Operation heißen die Alchemisten die Cineration, Putrefaction, Corruption oder Tödtung der Materie; man erhält nun einen schwarzen Körper, welcher Caput corvi, das Rabenhaupt, genannt wird. Man setzt die Digestion noch länger fort, und dann verwandelt sich der schwarze Körper in einen weißen. Dieser Proceß heißt die Albification, Reinigung, Resurrection u. s. w., der erhaltene Stoff selbst der weiße Schwan. Man giebt nun stärkeres Feuer, die Materie wird gelb und endlich glänzend roth, womit die Darstellung des Steins der Weisen in größter Vollkommenheit beendigt ist.

Darstellung des Steins der Weisen.

Als das schwerste bei allen diesen Operationen wird die Auffindung der Materia prima cruda angesehen, obgleich alle Autoren übereinstimmen, sie sei eine sehr gemeine Substanz; wenn diese einmal bekannt ist, meint

Aufsuchung der Materia prima.

Aufsuchung der Materia prima.

Isaac Hollandus, so ist die ganze Darstellung des Steins der Weisen nur ein opus mulierum et ludus puerorum. Die meisten Alchemisten kamen auch bei ihren Arbeiten nicht über diesen ersten Versuch hinaus, und eine Uebersicht ihrer derartigen Bestrebungen trägt nicht wenig dazu bei, einen Begriff über die alchemistischen Arbeiten überhaupt zu geben.

Es läßt das bisher Angeführte schon erkennen, welche Unsicherheit während der ganzen Dauer der Alchemie hinsichtlich der Materia prima geherrscht hat. Wir wollen den Zeitraum nur kurz berücksichtigen, wo man Metallfärbung für Metallveredlung nahm, aber die späteren Ansichten über die Natur der Materia prima etwas genauer betrachten.

Die ältesten Alchemisten sahen die Veränderung der Farbe eines Metalls als Verwandlung des Metalls selbst an; demgemäß arbeiteten sie mit Substanzen, welche die Farbe eines Metalls verändern können, namentlich mit Galmei und Arsenik. Das war nun zwar nicht die eigentliche Alchemie, auf deren Bestrebungen wir gleich zurückkommen, allein die Vorschriften jener alexandrinischen Schriftsteller übten bis auf unsere Zeit den größten Einfluß auf die Arbeiten der Hermetiker aus. So z. B. glaubte man die Materia prima durch folgendes alte Sylbenräthsel angedeutet:

Ἔννεα γράμματ' ἔχω, τετρασύλλαβος εἰμὶ, νόει με·
Αἱ τρεῖς μὲν πρῶται δύο γράμματ' ἔχουσιν ἑκάστη,
Αἱ λοιπαὶ δὲ τὰ λοιπὰ · καί εἰσιν ἄφωνα τὰ πέντε ·
Οὐκ ἀμύητος ἔσῃ τῆς παρ' εμοὶ σοφίας.

(Neun Buchstaben hab' ich, viersylbig bin ich, versteh' mich;
Von den ersten drei Sylben hat jede zwei Buchstaben,
Die andere die anderen, und fünf sind Consonanten.
Es verstehend, wirst du durch mich der Weisheit theilhaftig werden.)

Dieses Räthsel wurde lange auf ἀρ-σε-νι-κόν (Arsenik) gedeutet, und wahrscheinlich sollte auch dieser Stoff, der Kupfer silberweiß färbt, damit angezeigt sein. Später indeß, wo man sah, daß der Stein der Weisen aus Arsenik nicht erlangt wird, wo die Ansicht sehr allgemein angenommen wurde, die Materia prima müsse ein Metall sein, suchte man dem Räthsel eine andere Deutung unterzulegen, und für die Alchemisten war somit die Entdeckung des Jenaer Professors Georg Wolfgang Wedel (geboren zu Glossen in der Niederlausitz 1645, gestorben zu Jena 1721) sehr wichtig, die Lösung könne auch κα-σί-τε-ρος (Zinn) sein. Auch im Zinn fand man nichts, und zudem setzt Wedel's Auflösung einen orthographi-

schen Fehler (κασσίτερος heißt es richtig) voraus. Die Repräsentanten der hermetischen Gesellschaft, die ich unten ausführlicher besprechen werde, kamen am Ende des vorigen Jahrhunderts wieder auf das alte Räthsel zurück; sie glaubten die richtige Auflösung in ἀμ-πε-λῖ-τις zu finden, was eigentlich eine Art unreines Erdpech bedeutet, womit die Alten die Weinstöcke zum Schutz vor Ungeziefer bestrichen. Jene Alchemisten deuteten es als Steinkohlentheer, und meinten, in den Steinkohlen sei eigentlich die durch das alte Räthsel angezeigte Materia prima zu suchen. Aufsuchung der Materia prima.

Von 1200 an etwa suchte man den Stein der Weisen vorzugsweise durch die Behandlung metallischer Substanzen darzustellen. Georg Ripley, im 15. Jahrhundert, spricht sich über den Grund am deutlichsten aus, weßhalb er die Vorschrift giebt: Gold und Silber nicht außerhalb ihres Geschlechts zu suchen. In allen Metallen ist ein Princip, welches ihnen den Charakter der Metallität mittheilt; es ist der Mercur der Weisen, der vorzüglich in den edlen Metallen und im Quecksilber enthalten ist. Bereicherung eines unedlen Metalls mit diesem Princip ist Veredlung desselben. Zieht man also aus irgend einem Metall das metallische Princip aus, steigert man seine Kraft durch Läuterung und stellt so die Quintessenz der Metallität dar, so hat man den Stein der Weisen, der auf unedle Metalle gebracht, diese in edle verwandelt. In Metallen.

Viele Alchemisten suchten geradezu die Quintessenz aus dem Golde (seinen Samen) auszuziehen; auf ihre Bemühungen werde ich später zurückkommen, da sie mehr den Mystikern angehören.

Viele Andere aus dem Quecksilber, und schon seit dem 13. Jahrhundert war der Ausspruch: In Mercurio est quicquid quaerunt Sapientes, allgemein anerkannt, nur daß Einige unter dem Mercur den gemeinen verstanden, während Andere unter ihm den philosophischen gemeint wissen wollten. Im Quecksilber.

Von den eigentlich hermetischen Arbeiten mit Quecksilber, wodurch der Stein der Weisen dargestellt werden soll, sind diejenigen zu unterscheiden, wo man nur beabsichtigte, dem Quecksilber ohne Zusatz eines andern Metalls seine Flüchtigkeit und Flüssigkeit zu benehmen und ihm zugleich seine metallische Eigenschaft zu erhalten, oder auch, Metallamalgame hart zu machen, so daß aus ihnen ganz das zugesetzte Metall wird. Von diesem Streben urtheilte Boerhave 1732: Qui potest, bonus erit, et forte dives, artifex; qui tentat, sudabit algebitque. Doch wollte noch 1785

Auffuchung der Materia prima. Im Queckfilber.

eine Frau von Orbelin zu Paris, welche sich viel mit alchemistischen Arbeiten beschäftigte, die Fixirung des Queckfilbers entdeckt haben, so daß es erst in starkem Feuer schmelze und bei keinem Hitzegrad flüchtig sei. Ihr Verfahren soll sehr einfach gewesen sein, doch hat sie es nicht angegeben.

Genauere Angaben haben wir indeß, wie man aus Queckfilber den wahren Stein der Weisen darstellt, und einige davon will ich hier kurz mittheilen. Man bekommt zwar danach nicht den Stein der Weisen, aber doch eine Ansicht, mit welcher Keckheit ganz unwahre Thatsachen für wahre ausgegeben wurden.

Johann von Roquetaillade (gewöhnlicher Rupescissa genannt), ein Minoritermönch, welcher um die Mitte des 14. Jahrhunderts zu Aurillac in Frankreich lebte, und von welchem ein liber de consideratione quintae essentiae rerum omnium und ein liber lucis vorhanden ist, lehrt Folgendes: Queckfilber wird mit Salpeter und römischem Vitriol sublimirt, der Sublimat mit Essig destillirt, der Rückstand in Scheidewasser geworfen, welchem Salmiak zugesetzt ist; der weiße Bodensatz sublimirt, wieder mit Scheidewasser und Salmiak behandelt, und diese Operation einigemal wiederholt. Dann wird dem Sublimat Schwefel (aber sulphur vivum et invisibile) zugesetzt, und destillirt; aus dem Destillat wird mit brandigem thierischem Geist ein schwärzlicher Niederschlag erhalten, welcher schon für sich Queckfilber, Eisen, Kupfer, Blei und Zinn in Silber verwandeln soll; dieser Niederschlag für sich gebrannt, wobei er erst weiß, dann roth wird, und dann mit Queckfilber erhitzt, verwandelt dies in Gold, und bewährt sich so als den wahren Stein der Weisen.

Trismosin (gegen 1500) giebt im Aureum Vellus folgende Vorschrift: Man sublimirt Queckfilber mit Alaun, Salpeter und Kochsalz, und ißt dabei dickgeschmiertes Butterbrod, damit die Dämpfe nicht schaden. Der Sublimat wird mit Spiritus so oft destillirt, und das Destillat immer zurückgegossen, bis der Sublimat mit überdestillirt. Dies Destillat ist nun der Mercurius der Weisen. Zu ihm wird dünngeschlagenes Gold gesetzt, was darin wie Schmalz zergeht. Die Hälfte von dem zergangenen Golde läßt man mit Alkohol 15 Tage lang putrificiren, so wird es roth und zu Löwenblut. Dieses versetzt man mit der andern Hälfte zergangenes Gold, und digerirt in gut verschlossenen Kolben, so wird das Gemisch nach einander schwarz, grau, weiß, gelb, roth. Die Substanz, welche man so erhält, auf tausendmal so viel geschmolzenes Gold oder erhitztes Queck-

silber gethan, verwandelt diese in den wahren Stein der Weisen, womit man dann Zinn, Blei, Kupfer, Eisen in gutes Gold veredlen kann. Aufsuchung der Materia prima.

Die Alchemisten späterer Zeit beklagten sich bitter, daß sich die Sache nicht so ausführen lasse. Einige meinten, es sei eine wesentliche Zuthat nicht genannt, andere hielten den ganzen Proceß für erfunden, und behaupteten, die Materia prima stecke gar nicht im Queckſilber noch in den anderen Metallen, und Roger Baco habe Recht, wenn er diese Klasse von Körpern zur Darstellung des Steins der Weisen gänzlich verwarf. Dieser sagt nämlich ausdrücklich, daß man aus Gold und Silber, ihrer Fixität wegen, nichts herausbringen könne, die anderen Metalle aber seien zu unvollkommen und arm, und Niemand gebe, was er nicht habe. Die Alchemisten suchten also die Materia prima in anderen Körpern; weniger auf irgend eine Theorie vertrauend, forschten sie vielmehr empirisch nach der ersten Materie, indem sie Substanzen untersuchten, mit welchen anerkannte Adepten sich viel beschäftigt hatten.

Da Basilius Valentinus sich so viel mit dem Antimon zu thun gemacht hatte, so wurde diese Substanz von Vielen für die Materia prima angesehen und demgemäß bearbeitet. Andere hielten dafür, daß man Basilius' Worte wörtlich nehmen dürfe; er spricht viel vom gebenedeiten Vitriol, und darunter glaubte mancher den gemeinen Vitriol verstanden, und unter seinem Destillationsproduct den Mercur der Weisen. Daß der Vitriol die Materia prima sei, schien auch durch mehrere Buchstabenräthsel angedeutet, welche von Basilius herrühren. Davon heißt eins z. B. Visitando interiora terrae rectificandoque invenies occultum lapidem, veram medicinam, wo die Anfangsbuchstaben zusammengelesen Vitriolum geben. Zum Vitriol.

Ueber diese Arbeit mit dem Vitriol will ich hier einen ausführlicheren Proceß einrücken, welchen Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim in seiner Schrift de occulta Philosophia (um 1510) als ganz sicher anführt. Im Wesentlichen ist seine Vorschrift folgende: Römischer Vitriol wird schwach calcinirt und destillirt. Das Destillat ist der Mercur der Weisen. Der Rückstand wird mit Wasser ausgekocht, filtrirt und abgedampft, so bleibt eine weiße Erde. Diese wird mit dem Mercur der Weisen vermischt, und die Mischung 8 Tage lang digerirt (Conjunction). Dann wird zur Trockne abdestillirt, auf das rückständige abermals Mercurius gegossen, und die Operation so oft wiederholt, bis nach der letzten Destillation ein Bischen von dem Rückstand, auf glühendes Blech geworfen, ganz und gar verraucht.

Auffuchung der Materia prima. Im Vitriol.

Während dieser Reihe von Imbibationen und Destillationen wird die Masse grau und schwarz (Putrefaction), zuletzt aber wieder weiß (Albification). Nun giebt man starkes Feuer; dann sublimirt die ganze Masse (der weiße Schwan fliegt auf, und wird zur Terra foliata). Die Terra foliata nochmals mit Mercur der Weisen vermischt und erhitzt, schmilzt nun wie Wachs. Von dieser wachsflüssigen Tinctur Ein Theil auf zehn Theile fließendes Gold gegeben, verwandelt dies in den Stein der Weisen. — Wenn dies Alles nicht eintrifft, so liegt die Schuld an dem Arbeiter.

Dieser Proceß wollte Niemand gelingen; der Erfinder selbst scheint nicht viel Vortheil daraus gezogen zu haben, wie sein Ende (Seite 214) bewies.

Da viele solcher Versuche nicht glücken wollten, so forschten endlich die Alchemisten in allen Substanzen des Mineralreichs, oft nur auf die vagesten Angaben älterer Schriftsteller hin. Des Arnoldus Villanovanus Aussage in dem Rosarium: Qui scit salem et ejus solutionem, ille scit secretum occultum antiquorum sapientum, ließ viele in dem gemeinen

Im Salz.

Salz die Materia prima erblicken, und zu mehrerer Sicherheit beriefen sie sich auch auf den 34. Vers des 14. Kapitels im Lucas, wo es heißt: „Es ist eine gute Sache, das Salz“. Odomar, ein Mönch zu Paris, der um 1350 seine Practica artis schrieb, ist der älteste Alchemist, der aus dem Kochsalz den Stein der Weisen darstellen wollte. Quercetanus um 1600 vertheidigte die Abstammung des Namens Alchemie von ἅλς und χημεία, weil in dem Salz das große Geheimniß der Chemie verborgen sei, und noch 1615 bezeugte der Almosenier Ludwig's XIII. von Frankreich, Gabriel de Chataigne, in seinem Grand Miracle de la Nature métallique, daß er selbst die Wirkung einer aus Meersalz dargestellten Tinctur erprobt habe.

In der Luft.

Andere glaubten, da die Materia prima so schwer zu erhalten sei, müsse sie wohl das flüchtigste aller Wesen sein. Diese suchten sie in der Luft. Sie wollten aus dieser etwas abscheiden, was sie den Spiritus mundi nannten, und zu dessen Gewinnung man verschiedene Mittel anwandte. Der Amtmann Baldewein (bekannter unter dem latinisirten Namen Balduinus) sättigte (1674) Kreide mit Salpetersäure, und rauchte zur Trockne ab. Das Salz zog aus der Luft Feuchtigkeit und nach Balduin's Meinung den Spiritus mundi an, diesen destillirte er mit dem Wasser ab, und verkaufte die so erhaltene concentrirte Lösung des geheimnißvollen Körpers zu 12 Ggr. das Loth. Andere arbeiteten mit Thau (und über den

Maithau legte deßhalb der Engländer Thomas Henshaw der Londoner Societät noch 1665 eine chemische Untersuchung vor), mit Regen- und Schneewasser, sogenannter Sternschnuppenmaterie und anderen Substanzen, von denen sie glaubten, daß sie bei ihrem Durchgang durch die Luft den edlen Stoff sich angeeignet haben könnten; mit Kröten, Schlangen und Eidechsen, namentlich den goldgefleckten, weil diese Thiere lange ohne Nahrung ausdauern können, sich also von der Luft nähren, und das flüchtige Princip der Luft in sich verdichten. Aufsuchung der Materia prima. In der Luft.

Als der Unsinn diesen Grad erreicht hatte, so erdachte man bald noch andere Stoffe, aus welchen der Stein der Weisen darzustellen sein möchte. Einige waren der Ansicht, in der Erde, der Mutter alles Mineralischen, müsse auch die erste Materie des Steins der Weisen anzutreffen sein; sie nahmen den Ausdruck terra virginea sehr wörtlich, gruben knietief Erde aus, die also ihrer Meinung nach noch nie berührt und jungfräulich war, und machten sich an's Werk. Diese Bezeichnung des Steins der Weisen als terra virgo oder terra virginea gab noch zu manchem andern Irrthum Anlaß; so behauptete einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, Fr. J. W. Schröder, sie habe sich früher zu Colchis vorgefunden, und in weit entfernter Zeit sei dort bereits mit ihrer Hülfe Alchemie getrieben worden, wobei er sich auf des Plinius Naturgeschichte, Buch 33, Kap. 3, berief, wo dieser sagt: Iam regnaverat in Colchis Salauces et Esubopes, qui, terram virginem nactus, plurimum argenti aurique eruisse dicitur in Samnorum gente, et alioquin velleribus aureis inclyto regno. — Aber die rechte terra virgo wollte sich nicht finden lassen. In der Erde.

Andere wählten die Stoffe zum Gegenstand ihres Suchens, welche die Erde in sich bereitet, wie Salpeter und ähnliche. Der Salpeter besonders fand viele Bearbeiter, weil Sendivogius die Materia prima einen Salniter nennt (ob er gleich sonst auch, hiermit im Widerspruch, sagt: »Wenn du willst ein Metall machen, so soll ein Metall dein Anfang sein, denn ein Hund wird nur gezeugt durch einen Hund«). Die Alchemisten, welche das erstere wörtlich nehmen, führen zugleich für ihre Ansicht an, daß der Salpeter in allen drei Naturreichen vorkomme, und sich hierauf Isaac Hollandus' Ausspruche über den vegetabilischen, animalischen und mineralischen Stein (Seite 221) beziehen lassen; zudem nenne Paracelsus die Materie des Steins eine dreifältige. Aber auch aus dem Salpeter wollte sich der Stein der Weisen nicht darstellen lassen.

Aufsuchung der Materia prima. In vegetabilischen Stoffen.

Noch Andere arbeiteten mit Substanzen, welche durch die Kraft der Vegetation aus der Erde ausgegangen seien, z. B. mit Weinstein. Pflanzensäfte kommen auch schon sehr früh in den alchemistischen Schriften vor; bei dem angeblichen Democrit (*φυσικὰ και μυστικὰ*) wird bereits der Saft der Primula verna (Anagallis) und des Rhabarbers (Rhaponticon) zur Darstellung von Gold angerathen; bei den älteren griechischen Alchemisten kommt außerdem der Saft von Chelidonium häufig in dieser Beziehung vor. Diese Bezeichnungen können nur figürlich sein, wozu die gelbe Farbe der Blüthen, Wurzeln, des Saftes u. s. w. Anlaß gab. Ebenso figürlich ist der succus lunariae zu nehmen, von welchem Raymund Lull als einer Zuthat zum Stein der Weisen spricht. Die Alchemisten fanden indeß diese Pflanze selbst sehr merkwürdig, schon wegen ihrer silberglänzenden Schoten, und Viele vermutheten, es möge darin das große Geheimniß verborgen sein. De l'Isle, ein Franzose aus der Provence, und als Inhaber des Steins der Weisen berühmt, zog besonders die Aufmerksamkeit der Alchemisten auf die wirklichen Pflanzen Lunaria major und minor. Er lebte im Anfange des 18. Jahrhunderts auf Schloß Palu in der Provence, verwandelte viel Blei in Gold, auch Eisen in Silber. Das weiße Pulver zur letztern Transmutation wollte er aus den genannten Pflanzen darstellen, welche er in großer Menge anbauen ließ. Der Bischof von Sens überzeugte sich selbst von der Wahrheit, und berichtete an den Finanzminister Desmarets nach Paris. De l'Isle wurde eingeladen, vor dem Könige seine Kunst zu zeigen; da er aber zögerte, wurde er gefangen genommen und sollte im Gefängniß arbeiten. Er weigerte sich und gab an, die Verfertigung des Pulvers nicht zu kennen, sondern es von einem fremden Adepten erhalten zu haben. Härter behandelt, vergiftete er sich 1712. —

Die Alchemisten glaubten auch außerdem noch, durch abnorm gesteigerte vegetabilische Lebenskraft werde manchmal in den Pflanzen selbst Gold hervorgebracht. So theilte ein gewisser J. Paterson Hain in den Ephemeriden der kaiserlichen Naturforschergesellschaft mit, daß 1671 in einem ungarischen Weinberge alle Traubenkerne von Gold gewesen seien, was erst hundert Jahre später durch Born entkräftet wurde, welcher nachwies, jene vermeintlichen Traubenkerne seien nur die goldgelben Eier eines Insects. So trug noch 1778 Sage der Pariser Akademie vor, der Weinstock erzeuge Gold, und aus einem Centner Rebenasche wollte er dreihundert Gran Gold abgeschieden haben; was indeß bei der Wiederholung sich nicht bestätigte.

Viele Anhänger hatten die Meinung, daß die Materia prima in Producten des menschlichen Körpers zu suchen sei, da eine so edle Substanz nur durch die Alles veredlende Kraft des menschlichen Körpers, welche unedle Nahrungsmittel in Theile des edlen Organismus verwandle, erzeugt werden könne. Diese glaubten auch, die animalische Lebenskraft könne manchmal Gold erzeugen, und im 17. Jahrhundert trug man sich viel mit Geschichten von Kindern mit goldenen Zähnen, bis Rolfink in seiner Chymia in artis formam redacta (1661) diese Sache mit guten Gründen unter die nonentia chemica verwies. Die Anhänger jener Meinung arbeiteten mit Haaren, Speichel, Blut, und vorzugsweise, sofern die Lebenskraft und Lebenswärme am längsten auf die Excremente einwirke, mit diesen. Dafür fanden sie auch Belegstellen genug in alten Schriftstellern. Morienes im 11. Jahrhundert sagt in seinem Dialogus cum Calid rege: O rex, in te est quod quaeris. Viele andere Autoren geben an, der Arme habe die Materia prima so gut wie der Reiche; Adam habe sie mit aus dem Paradiese gebracht u. s. w. Was konnte dies anders sein, als Excrement? Dazu sagt noch Haimo im 9. Jahrhundert in seiner Epistola de lapidibus philosophicis: um die Materia prima zu erlangen, solle man an das Hintertheil der Welt gehen, da werde man donnern hören und des Windes Brausen vernehmen, Hagel mit Platzregen werde fallen. Da finde man die Sache, so man suche, und sie sei köstlicher für die Alchemisten, als alle Steine der Gebirge. Wenn man nun unter der Welt den Mikrokosmus, der sich im Menschen repräsentirt, versteht, so ist die Deutung leicht. Das Vertrauen, daß in diesen Stoffen die Materia prima enthalten sei, brachte sogar einige Alchemisten dahin, ihre eigenen Excremente, um sie noch mehr zu zeitigen, einer nochmaligen Verdauung zu unterwerfen. Bemerken will ich hier nur noch, daß die Arbeiten nach diesem Princip zur Entdeckung des Phosphors führten, welchen ein Hamburger Alchemist Brandt 1669 auffand, als er aus Urin den Stein der Weisen darzustellen suchte.

Auffuchung der Materia prima. In thierischen Stoffen.

So wurde Alles durchsucht, was irgend Namen hatte; Jungfernmilch und Menstrualblut, weil die Alchemisten die Bezeichnungen lac virginis und menstruum (Lösungsmittel) in älteren Autoren fanden; der berühmte Stahl, am Ende des 17. Jahrhunderts, versichert noch, aus rothgefärbten Kirchenfenstern lasse sich eine sehr wirksame Tinctur zur Verwandlung des Silbers in Gold darstellen. — Die Satyre über die unsinnigen Versuche der Alchemisten blieb nicht aus. Ein gewisser Benedictus Figulus, der 1608

Aufsuchung der Materia prima.

einen Rosarium novum olympicum et benedictum publicirte, lehrte darin, Gold aus Juden zu machen (24 Juden geben nach seiner Vorschrift 1 Loth Gold), und ein würtembergischer Pfarrer Johann Clajus schrieb 1616: »Alkymistica, d. i. wahre Kunst, aus Kühmist durch seine Operation und Proceß gut Gold zu machen.«

Wir haben in dem Vorhergehenden die Bemühungen der Alchemisten wechseln sehen, indem sie von einer für die früheste Zeit gar nicht üblen Theorie der Gleichartigkeit aller Metalle hinsichtlich der Zusammensetzung ausgingen, und zuletzt dem unsinnigsten Empirismus huldigten, wo gar keine leitende Idee bei ihren Versuchen mehr aufzufinden ist. Es ist schwer, zu sagen, wo die auf chemische Ansichten begründeten Bemühungen in rein empirische und auf Zufall hin angestellte übergehen; die letzten Züge von Absurdität, welche ich hinsichtlich der Aufsuchung der Materia prima mittheilte, bilden indeß jedenfalls den Uebergang zu einer Klasse von Alchemisten, welche alle chemische Theorie bei ihren Operationen gänzlich verwarfen. Von den Materialisten unter den Alchemisten, welche durch Correction der chemischen Zusammensetzung unedle Metalle in edle verwandeln wollten,

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

unterscheidet man die Mystiker, welche die Erzeugung des Goldes als einen organischen oder dynamischen Proceß betrachteten, soweit sich ihre unklaren Ideen in wenigen Worten geben lassen. So entgegengesetzt sich auch die Ausgangspunkte dieser beiden Parteien sind, so findet doch zwischen ihren Ansichten ein ganz allmäliger Uebergang Statt; bei den eigentlichen Materialisten findet sich mystische Bezeichnungsweise, und die eigentlichen Mystiker verschmähen nicht, die Beweise für die Golderzeugung mit anzuführen, welche die Materialisten zu geben suchten. — Die Mystiker verglichen die Entstehung des Goldes mit der thierischen Zeugung (für die Art, wie sie ihre Ansichten einkleideten, kann die Seite 223 angeführte Stelle aus Jean d'Espagnet dienen), oder auch mit der Entstehung und dem Wachsthum von Pflanzen; sie sprechen demgemäß von einer Seele des Goldes, welche mit unedlen Metallen (todten Körpern) vereinigt, diese lebendig mache, veredele; oder von einem Samen des Goldes, der in unedle Metalle gesäet, Gold wachsen mache; sie versichern, daß dies Wachsthum kräftiger stattfinde, wenn eine Putrefaction der unedlen Metalle vorausgegangen sei, und ermangeln nicht, zu besserem Gedeihen auch Dünger zuzugeben. Sie unterscheiden ein Horizontalgold, als künstlich hervorgebrachtes, von

dem Verticalgold, welches natürlich vorkommt; der Samen oder die Seele des Goldes heißt auch Centralgold; es war dieses also gewissermaßen eine Quintessenz des Goldes, ein Superlativgold, welches in seiner Einwirkung auf unedle Metalle Positivgold (gewöhnliches) hervorbringt. Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Die Ansicht, daß die Entstehung des Goldes oder des Steins der Weisen (denn damit fällt doch wieder zuletzt die Annahme der Mystiker von Centralgold, Superlativgold und Samen oder Seele des Goldes zusammen) eine der Erzeugung thierischer oder vegetabilischer Stoffe analoge Sache sei, findet sich schon bei älteren alexandrinischen und byzantinischen Schriftstellern. Dahin deutet z. B., wenn schon Zosimus um 400 von einem männlichen und einem weiblichen Princip spricht, aus deren Vereinigung das erste Requisit zur künstlichen Erzeugung von Gold sich bilde. Solche Vergleichungen liegen nahe; ihre Aeußerung kann um so weniger befremden, da sich Unwissenheit von Thatsachen nur durch mystische Bezeichnungsweise verbergen läßt, und unklare Ansichten stets vorzugsweise in Analogien gegeben werden. Darauf, daß man die Hervorbringung des Steins der Weisen als der Hervorbringung eines thierischen Organismus analog betrachtete, beruht auch die Benennung ovum philosophicum für das Gefäß, worin der Stein der Weisen gezeitigt wird (Seite 225); dieses ovum ist die Schale zu der Substanz, worin der Keim des Steins der Weisen enthalten ist; es wird in dem Ofen bebrütet. — Unter den Abendländern trug namentlich Raymund Lull dazu bei, die mystischen Ansichten in Gang zu bringen, indem er die Bereitung des Steins der Weisen mit der Verdauung, der Entstehung des Blutes und der Ausscheidung der übrigen Säfte im menschlichen Körper verglich.

Die mystische Anschauungsweise wurde noch anziehender, als die alchemistischen Operationen nicht allein mit denen eines lebenden Organismus, sondern sogar auch mit den Beziehungen zwischen Seele und Leib vor und nach dem Tode verglichen wurden. Auch solche Gleichnisse lassen sich weit zurückverfolgen. Aeneas Gazaeos, aus dessen Schrift de immortalitate animae ich oben (Seite 153) eine Stelle angeführt habe, gebraucht schon die Metallveredlung als Gleichniß für die Auferstehung mit einem verklärten Leibe. Unter den Abendländern fand diese Vergleichung viel Anklang, und allmälig bildete sich in den Köpfen vieler Alchemisten die Ansicht aus, daß Leben, Sterben und Auferstehung nur höhere alchemistische Processe seien (vergl. Theil I. Seite 76). So spricht sich z. B. Basilius

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Valentinus im Triumphwagen des Antimonii folgendermaßen aus: „Wir armen Menschen werden wegen unserer Sünde allhier durch den Tod, den wir wohl verdient, in das Irdische, nämlich das Erdreich, eingesalzen, bis so lange wir durch die Zeit putrificiret werden und verfaulen, und dann hinwiederum endlich durch das himmlische Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhaben werden, zu der himmlischen Sublimation und Erhöhung, da alle Feces, Sünden und Unreinigkeiten abgesondert bleiben.« Soweit sogar ging die Verirrung, daß die Alchemisten, denen der Begriff des Steins der Weisen der höchste war, diesen sogar mit dem der Dreieinigkeit verglichen, und die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold durch den Stein der Weisen mit der Erlösung des Menschengeschlechts durch den Heiland. So giebt Basilius Valentinus in seinen Schlußreden eine Allegoria S. S. Trinitatis et Lapidis philosophici, welche als ein Beweis dafür, wie weit der Unsinn sich seiner Zeit gesteigert hatte, hier eine Stelle verdient. »Lieber christlicher Liebhaber der gebenedeiten Kunst! Wie hat doch die heilige Dreifaltigkeit den lapidem philosophorum so herrlich und wunderbarlich geschaffen. Denn Gott der Vater ist ein Geist, und läßt sich doch sehen in Gestalt eines Menschen, wie er in seinem Wort Genes. I. sagt: lgßt uns Menschen machen, ein Bild das uns gleich sei. Also ist zu achten der Mercurius Philosophorum ein spiritualisch corpus, wie ihn die Philosophi heißen. — Aus Gott dem Vater ist geboren sein einiger Sohn Jesus Christus, welcher ist Gott und Mensch, und ist ohne Sünde, hat auch nicht bedürft zu sterben. Er ist aber freiwillig gestorben und auferstanden um seiner Brüder und Geschwister willen, auf daß sie mit ihm ewiglich ohne Sünde lebeten. Also ist Gold ohne allen Defect, und ist fix, daß es alle Examina besteht, und herrlich; aber um seiner imperfecten und kranken Brüder und Schwestern willen stirbt es, und stehet auf herrlich, erlöset und tingiret sie zum ewigen Leben, und machet sie perfect zu gutem Gold. — Die dritte Person in Trinitate ist Gott der heilige Geist, ein Tröster von unserm Herrn Jesu Christo, seinen gläubigen Christen gesandt, der stärket und tröstet sie im Glauben bis zum ewigen Leben. Also ist auch der Spiritus Solis materialis, oder Mercurius corporis. Wenn sie zusammenkommen, so heißt er alsdann Mercurius duplicatus, das sind die zween Spiritus, Gott der Vater und Gott der heilige Geist. Aber Gott der Sohn ist homo glorificatus, gleichwie unser glorificirtes und fixes Gold, der Lapis philosophorum; daher wird dieser Lapis auch trinus ge-

nannt. Nehmlich ex duabus aquis vel spiritibus, minerabili et vegetabili, und von dem animalischen sulphure solis. Das sind dann die zwei und drei und doch nur eins, verstehst du es nicht, so triffst du keins. — Also habe ich per similitudinem das Universal genugsam vorgemahlt.“ Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Mit dieser mystischen Auffassung der Bedeutsamkeit chemischer Operationen verband sich nun der schon oben besprochene Glaube an Prädestination für den Besitz des Steins, und es liegt darin zugleich der Grund zu der religiösen Behandlung der alchemistischen Forschungen im Allgemeinen. Dieses Einmischen von Beschwörungen und Gebeten in chemische Operationen, wo keine Unze Weinstein ohne Anrufung Gottes um specielle Segnung für den bevorstehenden Proceß in Arbeit genommen wird, ist erst den Alchemisten vom 13. Jahrhundert an eigenthümlich, obgleich auch schon bei den älteren griechischen Schriftstellern sich in öfteren, aber nur einzelnen, Fällen eine Verschmelzung der Ausübung chemischer Operationen mit Ausübung der Frömmigkeit vorfindet. Die Araber kennen eine solche Verschmelzung natürlich nicht, weil die Ausübung der hermetischen Kunst eigentlich gar nicht mit ihren Glaubenslehren in Uebereinstimmung zu bringen war. — Raymund Lull und Arnold Villanovanus fangen schon mit diesem Mißbrauch der heiligsten Begriffe an; Deus, qui gloriose omnipotens existit, propter te amare, diligere et colere incepimus artem praesentem, — mit diesen Worten beginnt Ersterer sein Testamentum. — Arnold Villanovanus giebt in seinen Werken viele Lehren, welche Gebete man während der Operationen recitiren muß, und wie oft, damit ein günstiger Erfolg gesichert werde.

Die Einführung der Gebetsformeln in die alchemistischen Processe, und überhaupt alle Vermischung religiöser Begriffe mit alchemistischen, wie wir deren so viele bereits im Verfolg dieser historischen Untersuchung kennen lernten, wurde durch einen Umstand theilweise veranlaßt oder mindestens sehr befördert, welcher auf den ersten Blick sehr unbedeutend scheint, es aber für diesen Gegenstand keineswegs ist. Ich meine die Angabe von Gebeten als Zeitbestimmung. Zwar dauerten die meisten Operationen der Alchemisten Tage-, Wochen-, selbst Monate lang, aber es wurden auch kürzer währende Processe beschrieben, und dafür wird die nöthige Zeit, wie im 10. bis 12. Jahrhundert und noch länger üblich, meist nach Gebeten angegeben. Schrieb aber ein Alchemist vor, zwei Substanzen sechs Paternosterlang mit einander kochen zu lassen, so wurde gewiß bei dem damaligen Zeitgeist, wenn

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

das Recept in die vierte Hand kam, das Kochen als Nebensache, das Paternosterbeten aber als die Hauptsache angesehen.

Mit der Reformation verlor die mystische Behandlung der hermetischen Aufgaben nichts von ihrem Ansehen. Luther selbst verdammte die Alchemie keineswegs, sondern lobte sie in seiner Canonica »wegen der herrlichen und schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage. Denn ebenso wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle besitzt, die Materie aber gleichwie ein todter Körper unten am Boden liegen bleibt: also wird auch Gott am jüngsten Tag durch sein Gericht, gleichwie durch Feuer, die Gerechten und Frommen scheiden von den Ungerechten und Gottlosen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle.«

Hiernach war eine, wenngleich nur figürliche, Beziehung zwischen religiösen und alchemistischen Ansichten auch in den Protestantismus eingeführt, und man kann fast sagen, daß dieser Mysticismus hier später seine Blüthezeit erreichte. Dies geschah, nachdem im Anfange des 17. Jahrhunderts der Rosenkreuzerbund sich mit der hermetischen Kunst abgab, und der Anhang des Schwärmers Jacob Böhme (eines Schusters zu Görlitz, welcher 1624 in seinem 50. Jahre starb, und viele theosophisch-philosophische und religiöse Ansichten verbreitete) gleichfalls in der Sprache der Alchemisten sich auszudrücken anfing. Nun war nicht mehr die mystische Ausdrucksweise eine Bezeichnung für alchemistische Meinungen, sondern die alchemistischen Ausdrücke wurden zur Bezeichnung religiöser Ansichten und Schwärmereien angewandt. In den Schriften dieser Secten bedeutet »Stein der Weisen« gar nicht mehr eine goldmachende Substanz, sondern Bekehrung, Heil im religiösen Sinne des Wortes; der irdene Ofen, in welchem die Darstellung des Steins der Weisen vor sich gehen soll, ist der irdische Theil des Menschen; der grüne Löwe, von welchem aus die Alchemisten den Stein der Weisen zu erlangen hofften (Seite 225), wird mit dem Löwen aus dem Stamme David's identificirt. Nur mittelst dieses Schlüssels kann man viele sogenannte alchemistische Tractate des 17. Jahrhunderts entziffern, welche genau genommen gar nicht Alchemie behandeln, sondern nur mystisch-theologischen Inhalts sind. Wie weit in ihnen die Verschmelzung religiöser Begriffe mit der Alchemie geht, kann man aus dem eben Erwähnten ent-

nehmen; auch die oben (Seite 183) mitgetheilte Stelle von Pordage läßt sich hierher beziehen. — Die Absurdität der Mystiker ging aber fast noch weiter; in vielen Stellen der Bibel fanden sie offenbare Bezugnahme auf ihre eigenthümliche Auffassung der Alchemie. Wirkliche Geistesstörung ist vorauszusetzen, wenn man einzelne behaupten sieht, daß Gott allen wahren Christen den Stein der Weisen versprochen habe, wobei sie sich auf die Offenbarung Johannes (Kap. 2, Vers 17) stützen, wo es heißt: τῷ νικῶντι δώσω — — — ψῆφον λευκὴν (dem Ueberwindenden werde ich geben einen weißen Stein, worin sie eine Andeutung auf den »Stein der Weisen« fanden); wenn man liest, daß diese Verrückten Kenntniß haben wollen, wie nach der Verleihung des Steins der Weisen am jüngsten Tage die damit Beschenkten ihn aufbewahren, wo sie sich auf den 7. Vers des 4. Kapitels im II. Brief an die Korinther berufen, wo Paulus sagt: ἔχομεν δὲ τὸν θησαυρὸν τοῦτον ἐν ὀστρακίνοις σκεύεσιν (wir tragen diesen Schatz in irdnen Gefäßen). Solche Sachen finden sich aus dem 17. Jahrhundert in den Schriften des Engländers Asgill, der Deutschen Gregor Michaelis (geboren 1625 zu Rostock, gestorben 1686 als Superintendent zu Oldenburg), Johann Michael Dilherr (geboren 1604 im Hennebergischen, 1631 — 1642 Professor der Eloquenz, Geschichte und Theologie zu Jena, gestorben 1669 als Prediger zu Nürnberg) und Anderer ausgesprochen.

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

Gehen wir nach dieser Betrachtung, wie sich die alchemistischen Ansichten mit der Auffassung einzelner religiösen Lehren verbanden, wieder zu der angeblichen künstlichen Bereitung edler Metalle zurück, namentlich in Bezug auf das, was die Mystiker eigentlich hervorzubringen glaubten.

Die mystische Ansicht über die Erzeugung von Gold erhielt sich ziemlich lange; der Letzte, der ihr huldigte und öffentlich für sie auftrat (ohne indeß irgendwie die eben besprochenen groben Verirrungen zu theilen), war der berühmte und sonst wohlverdiente Theolog Johann Salomo Semler (geboren 1725 zu Saalfeld, seit 1752 Professor zu Halle, gestorben 1791). Im Jahre 1786 beschäftigte er sich mit einer damals berühmten Universalarznei, welche ein gewisser Baron Leopold von Hirsch in Dresden unter dem Namen des Luftsalzes feil bot; er schrieb mehrere Flugschriften »von ächter hermetischer Arznei«, worin er des Heilmittels Universalkraft anpries, und glaubte zuletzt selbst gefunden zu haben, daß in diesem Salze, wenn es angefeuchtet und warm gehalten werde, Gold sich er-

Ansichten der Mystiker über die Metallveredlung.

zeuge und wachse. Er schickte 1787 eine Portion des Salzes sammt darin gewachsenem Gold an die Akademie nach Berlin; Klaproth fand darin Glaubersalz und Bittersalz in ein Harnmagma eingehüllt, und Blattgold in hübschen Dimensionen. Semler schickte auch an Klaproth Salz, in welchem noch kein Gold gewachsen sei, und einen Liquor, »welcher den Samen des Goldes enthalte und das Salz beim Aufgießen in der Wärme befruchten werde«; es zeigte sich indeß, daß das Salz bereits mit Blattgold vermengt war. Semler indeß glaubte fest an die Entstehung des Goldes, und schrieb 1788: »Zwei Gläser tragen Gold; alle fünf oder sechs Tage nehme ich es ab, immer zwölf bis funfzehn Gran. Zwei bis drei andere Gläser sind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch.« Er schickte neuerdings Blätter von vier bis neun Quadratzoll an Klaproth, und dieser fand nun bei der Prüfung, daß sich die Pflanze verschlechtert habe; sie trug jetzt nur unächtes Gold, Tombak. — Die Sache klärte sich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauses warten sollte, Gold in die Gläser gelegt hatte, um seinen Herrn zu vergnügen; bei Verhinderung des Dieners beauftragte dieser seine Frau mit dem Geschäft, welche indeß der Meinung war, daß man wohlfeiler größere Quantitäten erzielen könne, wenn man unächtes Blattgold hineinwerfe.

Das Vorstehende mag einen Begriff geben von ächt hermetischen Versuchen zur Darstellung des Steins der Weisen. Mit diesen Bestrebungen verknüpften sich noch einige andere, welche nicht übergangen werden dürfen, und deren Besprechung hier eingeschaltet werden mag.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen.

Das Hauptziel der Alchemie war immer die Darstellung des Steins der Weisen in seiner Vollkommenheit, also auch als Universalmedicin. Aber wer nicht so weit kam, versuchte seine Kraft und Geschicklichkeit an einigen anderen Aufgaben, deren Realisirung stets nur von Alchemisten bearbeitet wurde. Zu den gelegentlichen rein alchemistischen Bestrebungen rechne ich die Darstellung des Alkahest, die Palingenesie und die Hervorbringung des Homunculus.

Das Alkahest.

Besprechen wir zuerst das Alkahest oder Menstruum[1]) universale. — Die Alchemisten fanden bei dem Aufsuchen des Steins der Weisen in allen

[1]) Die Bezeichnung Menstruum für Auflösungsmittel kommt, nach Boerhave,

möglichen Substanzen viele Stoffe, welche ihren Lösungsmitteln widerstanden. Da aber die Körper nur im aufgelösten Zustande chemischer Bearbeitung und Veränderung fähig sind (corpora non agunt nisi soluta), so war die Kenntniß wirksamer Lösungsmittel von hohem Werthe, und es entstand so der Begriff von dem Ideal eines Lösungsmittels, von einer Flüssigkeit, welche alle Körper ohne Ausnahme auflöst. Dieses Ideal wurde Alkahest genannt.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Die Sache findet man schon im 15. Jahrhundert erwähnt. Georg Ripley spricht von einer Quintessenz, welche alle Körper zu Oel mache, selbst den Stein der Weisen auflöse, und die Krankheiten der Menschen heile. Aber die Lehre vom Alkahest consolidirte sich hauptsächlich, nachdem der Name hinzugekommen war. Wie wir dies in der Alchemie so oft sehen, erfolgt eine genaue Angabe von Einzelnheiten bald, wenn nur einmal eine bestimmte Bezeichnung für einen noch so unbestimmten Begriff eingeführt ist.

Der Name findet sich zuerst bei Paracelsus. In seinem Tractat de viribus membrorum sagt er: Est liquoris Alchahest magna vis in jecore, ad illud confortandum et confirmandum et praeservandum ab hydrope et omnibus generibus ex hepate oriundis. — — Quare vobis omnibus, qui colitis medicinam, opus ut noscatis praeparare Alchahest, ad abigendos morbos plurimos ab hepate oriundos. — Dies ist Alles, was sich bei Paracelsus darüber findet; von der Zubereitung sagt er kein Wort.

Das Alkahest wäre indeß ohne Zweifel mit den vielen anderen neuen Ausdrücken des Paracelsus vergessen worden, hätte es nicht van Helmont aufgefaßt und auf den Begriff eines allgemeinen Auflösungsmittels angewandt. Van Helmont ist der hauptsächlichste Gewährsmann für alle dem Alkahest beigelegten Eigenschaften; es sind dies folgende:

Das Alkahest ist eine Flüssigkeit (aqua crassa, solvens, immutabilis) von brennender Eigenschaft (deßhalb heißt es auch ignis aqua, ignis Gehennae); anderswo nennt er es ein Salz, und das Ens primum der Salze.

---

davon her, daß man früher die Auflösungsmittel nur bei sehr gelinder Wärme, aber deste länger, auf die Körper einwirken ließ. Die gebräuchliche Zeit war Ein Monat; daher der Name menstruum für einen Stoff, welcher eine monatlange (was menstruus eigentlich heißt) Wirksamkeit ausübt.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Es findet sich nicht in der Natur, und kann nur künstlich dargestellt werden; seine Bereitung ist aber das schwerste aller chemischen Kunstwerke. Zu seiner Erlangung ist auch wieder Prädestination nöthig; particulari privilegio electus esse debet, qui eo potietur. Manet quippe Deus solus ejus dispensator, ob rationes Adeptis notas.

Das Alkahest löst alle Körper, und verwandelt sie in eine wässerige Flüssigkeit. Der Sand widersteht jedem künstlichen Lösungsmittel, nur durch das Alkahest wird er aufgelöst, mit welchem er bei künstlichem Feuer ein Salz bildet, und endlich zu Wasser (Flüssigkeit) wird. Es löst auch die mineralischen, vegetabilischen und animalischen Substanzen; Felsen, Edelsteine, Kiesel, Sand, Markasit, Glas, Kalk, Schwefel u. s. w. verwandelt es in ein Salz (löslichen Körper); die Metalle indeß nur schwer, propter seminis anaticam commistionem. Es löst auch die Oele, selbst Cedernholz, auch Kohle von Eichenholz. — Gold wird aufgelöst, Queckſilber in ein fixes, feuerbeständiges Pulver verwandelt. — Im Allgemeinen ist seine lösende Wirkung wie die des heißen Wassers auf Schnee.

Dabei hat das Alkahest auch nach van Helmont bedeutende medicinische Eigenschaften; ut ignis omnes perimit insectas: ita Alkahest consumit morbos.

Das sind die vornehmsten Eigenschaften des Alkahest. Denn alle späteren treten nur dem van Helmont nach. Was ist es nun für eine Substanz?

Die Wichtigkeit, welche die Sache für die Alchemisten hatte, ließ viele unter ihnen sich mit diesem Gegenstande beschäftigen. Einige versuchten die Ergründung etymologisch. Sie glaubten, daß Alkahest anzeige: Alkali est; Andere wollten darunter Allgeist verstehen, den Spiritus mundi, wovon viel gefabelt wurde, und welchen die Meisten als mit dem Mercur der Weisen identisch betrachteten (auch die Identität des Alkahests mit dem mercurio philosophorum wurde vielfach behauptet); noch Andere Salzgeist. Einige leiteten es auch von dem Worte καυστής, Verbrenner, ab, welchem die Araber den Artikel vorgesetzt hätten, wobei nur zu bemerken ist, daß sich bei keinem Araber das fragliche Wort findet. Auf diese Art erhielt man keinen genügenden Aufschluß.

Andere untersuchten, welche Substanz in ihrer Wirkung der des Alkahests am meisten entspreche. Glauber, der sich unter den Späteren am meisten damit beschäftigt hat, war der Meinung, es sei nitrum fixum,

Pottasche, welche viele der von van Helmont angegebenen Eigenschaften hat, aber nicht alle; indeß wird in späteren Werken oft unter Alkahest des van Helmont geradezu Pottasche verstanden. Glauber selbst schrieb indeß auch seinem sal mirabile in gewisser Hinsicht die Eigenschaft eines Alkahests zu, besonders weil es die Kohlen auflöst, »welche doch sonst durch kein corrosiv zu solviren«, und nebenbei auch viele Metalle. Zwelffer und Tachenius hielten den scharfen Grünspanessig für van Helmont's Alkahest; zu Gunsten dieser Ansicht läßt sich nur wenig anführen. Unter dem Namen Alcaest de Respour wurde früher eine Auflösung von Zink in Kali verstanden, welche Respour zu Paris in seinen rares experiences sur l'esprit minéral (1668) für den Universalmineralgeist hielt, und von welcher er bedeutenden Erfolg für die Metallveredlung erwartete. Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Das Alkahest.

Nach dem Alkahest wurde im 17. Jahrhundert eifrig gesucht; bald indeß klärten sich die Ansichten der Chemiker mehr auf, und die Unmöglichkeit desselben wurde behauptet. Kunkel besonders war es, der gegen die Existenz eines allgemeinen Lösungsmittels eiferte, und seine einfache Frage: »wie haben es denn die Besitzer desselben aufbewahrt?« war hinreichend, die Meisten von der Unsinnigkeit der Annahme, daß ein solcher Körper darzustellen sei, zu überzeugen. Im 18. Jahrhundert wird dem Alkahest nur noch geringe Aufmerksamkeit geschenkt, und die historische Betrachtung dieser alchemistischen Verirrung können wir hier schließen.

Mittelbar nur stehen mit der Alchemie die Ansichten über die Palingenesie und den Homunculus in Verbindung, welche ich daher hier nur kurz berühren will.

Unter Palingenesie verstand man die Wiedererweckung der Pflanzen aus ihrer Asche. Weil dies unmöglich ist, wurde es vielfach versucht. Quercetanus um 1600 ist der Erste, welcher deutlich ausgesprochen hat, daß geschickte Chemiker aus jeder Asche die Pflanze wieder in gesundem Zustande hervorbringen können, von welcher die Asche ursprünglich stammte. Schon van Helmont erklärte sich gegen diesen Unsinn, der indeß auch viele Vertheidiger fand. Kunkel sprach sich gleichfalls dagegen aus, und betrachtete die Palingenesie in seiner philosophia chymica 1694 als ein non-ens chymicum. Von ihm wissen wir auch, daß damals die Beweise dafür ganz in alchemistischer Art gehalten waren, es war nämlich Taschen- Die Palingenesie.

Der Alchemie verwandte andere Bestrebungen. Die Palingenesie.

spielerei, wo man den Samen der Pflanzen geschickt in die Asche zu mengen wußte. Daß auch nicht, wie Einige behauptet hatten, die Lauge von einem verbrannten Kraute bei dem Gefrieren die Gestalt des Krautes im Eise hervorbringe, und so eine Art Palingenesie stattfinde, hat Boyle 1661 ausführlich zu zeigen für gut befunden. Noch 1716 traten aber Verfechter solchen Aberglaubens auf, z. B. der damals berühmte Arzt Franck von Franckenau in einer eigenen Schrift, und fast gleichzeitig erklärte ein Dr. A. F. Pezold, was man eigentlich unter Palingenesie zu verstehen habe, nämlich nicht die Hervorbringung einer wirklichen Pflanze, sondern einer dieser ähnlichen idealischen. Die Sache kam zuletzt darauf hinaus, daß man bei dem Krystallisiren der Salze pflanzenähnliche Figuren beobachte, die eine Uebereinstimmung mit den Pflanzen haben sollen, woraus das Alkali des Salzes gewonnen war. Daß selbst um 1764 Anhänger der Palingenesie existirten, veranlaßte zu dieser Zeit noch Wallerius, die Widerlegungsgründe zu wiederholen.

Der Homunculus.

Früher noch, als diese künstliche Darstellung von Pflanzen aus ihrer Asche, zeigt sich das wo möglich noch unsinnigere Bestreben, durch spagirische Künste einen thierischen oder menschlichen Körper darzustellen. Paracelsus ist der Erste, welcher die Hervorbringung eines kleinen lebendigen Menschen, des homunculus, aus männlichem Samen durch chemische Handgriffe behauptet. Nur Wenige mögen sich indeß damit befaßt haben; daß es aber geschah, lehrt uns die Aufmerksamkeit, womit noch Kunkel der Ansicht erwähnt; dieser urtheilt übrigens: homo secreta ratione in vitro vel ampulla chymica fabricatus, est non-ens. Noch 1733 ließ indeß Fr. Rothscholz in seinem Theatrum chemicum eine »treuherzige Warnungs-Vermahnung an alle Liebhaber der Alchemie« abdrucken, worin vor den falschen Alchemisten gewarnt wird, welche aus Kinderurin den homunculus darstellen, der unsichtbar sich von Wein und Rosenwasser nähren solle, bis er sichtbar werde, wo er einen Schrei thue; wobei zugleich angegeben wird, daß dergleichen Betrüger gewöhnlich kleine elfenbeinerne Knochen in das Gefäß prakticiren, und damit die Getäuschten überreden, der homunculus sei wirklich dagewesen, aber aus Mangel an Pflege umgekommen.

Solche Verirrungen und Unsinnigkeiten schloß die Alchemie im weiteren Sinne ein; die hermetischen Bestrebungen sind in diesen Beziehungen die letzten Ausläufer einer tiefen geistigen Dunkelheit und des

bereitwilligsten Aberglaubens früherer Zeit. Im 18. Jahrhundert wich auch diese Finsterniß allmälig vor der immer zunehmenden Aufklärung. Die letzten Schicksale der Alchemie und die Umstände, welche hauptsächlich sie vergehen ließen, bilden den letzten Abschnitt dieser historischen Untersuchung.

V. Verfall des Glaubens an Alchemie.

Wir haben jetzt alle Einzelnheiten des alchemistischen Strebens so weit verfolgt, als es für eine genauere Einsicht in die Eigenthümlichkeit desselben nothwendig erscheint. Wir wenden uns nun zu der Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie erschüttert wurde, und zuletzt die hermetische Kunst ganz von dem Schauplatze verschwindet.

In dem Vorhergehenden habe ich bereits öfters solcher Umstände erwähnt, welche der Verbreitung und Erhaltung des alchemistischen Glaubens hindernd in den Weg treten konnten. Von diesen fruchteten am wenigsten die Zwangsmaßregeln, und solche wurden, wie wir oben (Seite 192) sahen, meist angewendet. Durch Edicte sollte die Alchemie beschränkt oder aufgehoben werden, allein derartige Maßregeln dienten nur, das Interesse für die hermetische Kunst zu erhöhen. Wirksamer zeigten sich allmälig die mit geistigen Waffen gegen die Alchemie Ankämpfenden, und über ihre Bemühungen und Erfolge will ich hier Genaueres berichten.

Zweifler an der Möglichkeit der Metallverwandlung gab es jederzeit; schon Geber spricht gegen sie in seiner Summa perfectionis, und sucht ihre Gründe zu entkräften. Ich will hier keine Reihe von Namen anführen, welche Gegnern der Alchemie aus früherer Zeit angehören, da sie ihre Ansicht doch nicht geltend zu machen wußten. Im 16. Jahrhundert treten die Zweifler an der hermetischen Kunst offener auf, aber die Anhänger überwiegen sie noch bei weitem. Die Stimmen der Gelehrten aus anderen Wissenschaften waren gleichfalls getheilt hinsichtlich des Werthes der alchemistischen Bestrebungen. Während Melanchthon die Alchemie als imposturam quandam sophisticam verwirft, sagt Luther in seiner Canonica: »Die Kunst der Alchemei ist recht und wahrhaftig der alten Weisen Philosophei, welche mir sehr wohl gefällt, nicht allein wegen ihrer Tugend und

vielen Nutzbarkeit, die sie hat mit Destilliren und Sublimiren in den Metallen, Kräutern, Wassern und Olitäten, sondern auch von wegen der herrlichen schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten am jüngsten Tage.« So hielt lange Zeit immer der günstige Ausspruch eines hochgeachteten Mannes dem ungünstigen eines andern wenigstens das Gleichgewicht.

Bekämpfung der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Einer der Ersten, welche die Alchemie ernstlich zu bekämpfen suchten, war der schon im I. Theile erwähnte Thomas Lieber oder Erastus. Sein Hauptziel war, die Paracelsische Lehre zu widerlegen, und damit verband er eine heftige Kritik aller Ansichten, auf welche diese Lehre sich stützte. Die alchemistischen Meinungen über den Gehalt aller Körper, namentlich der Metalle, an Schwefel und Queckſilber als Grundstoffen, griff er nachdrücklich an, und suchte zu zeigen, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung theoretisch nicht erwiesen werden kann. Daß sie auch nicht historisch erwiesen ist, glaubte er mit der Aufdeckung einer Menge Betrügereien, welche von Alchemisten verübt worden waren, sattsam zu beweisen, und theilte die Kunstgriffe mit, deren sich die Hermetiker jener Zeit gewöhnlich bedienten, um Gold unedlen Metallen unterzuschieben. Seine explicatio quaestionis famosae illius, utrum ex metallis ignobilibus aurum verum et naturale arte conflare possit, welche hauptsächlich seine Angriffe auf die Alchemie enthielt und 1572 gedruckt wurde, machte indeß in jener Zeit noch nicht viel Eindruck.

Ebenso wenig wie die ernsthafte Bekämpfung, fruchtete damals der Spott, der auch gegen die Alchemisten sich rege zeigte. Von den vielen Witzen auf die Goldmacherkunst aus jener Zeit gebe ich hier nur als Probe die später oft wieder angeführten Verse des Jesuiten Grethser aus Ingolstadt, womit dieser (um 1600) die Paracelsianer ärgerte:

Alchemia est scientia sine arte,
Cujus principium est pars cum parte,
Medium strenue mentiri,
Finis mendicatum ire
Vel in cruce corvos nutrire,
Quod Paracelsicis solet evenire.

In ähnlicher Absicht, wie Erastus, aber sich ein beschränkteres Ziel setzend, trat Hermann Conring auf. Auch er griff in seinem Werke: de hermetica Aegyptiorum vetere et Paracelsica nova Medicina (1648) hauptsächlich die Paracelsische Medicin an, die Alchemie nur in der Bezie-

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

hung, daß er das Fabelhafte in den Angaben über einen sehr alten Ursprung dieser Kunst in das rechte Licht setzte. Aber keineswegs hat er, wie ihm dies gewöhnlich zugeschrieben wird, die Möglichkeit der Metallverwandlung geleugnet; im Gegentheil äußert er sich in einem späteren Werke (1669), seiner Apologia contra Borrichium (einen dänischen Gelehrten, welcher das hohe Alter der Alchemie eifrigst vertheidigte): Egone Chemicorum odio exaestuo, qui propugnavi veritatem ipsiusmet χρυσοποιητικῆς?

Zu gleicher Zeit mit Conring, aber die Möglichkeit der Metalltransmutation geradezu verwerfend, waren zwei andere Gelehrte noch thätig: Rolfink und Kircher. Werner Rolfink (geboren zu Hamburg 1599, gestorben als Professor der Medicin und Chemie zu Jena 1673) suchte besonders darzuthun, daß die eigentliche Chemie mit Alchemie gar nichts zu thun hat; er entzog so dieser letzteren die wissenschaftliche Stütze, und erschöpfte sich auch in Gründen gegen das Statthaben einer Metallveredlung. Seine verschiedenen Schriften hierüber, welche den gemeinsamen Titel Non Entia chymica führen, kamen 1645—1670 heraus. Caveat sibi, sagt Rolfink, ab hac opum depraedatrice arte, cui salus sua cordi. Qui alicui male vult, eum autem aperto marte aggredi non audet, saltem autor ipsi sit, ut huic studio se tradat. — Athanasius Kircher (geboren zu Fulda 1602, Jesuit, Lehrer zu Avignon und zuletzt zu Rom, wo er 1680 starb) zeigt sich gleichfalls, und namentlich in seinem Mundus subterraneus (1665), als ein entschiedener Widersacher der Alchemisten, die er ohne Ausnahme für Betrüger erklärt; Ausnahmen giebt er zu, aber nur, um noch härtere Beschuldigungen aufbringen zu können. Er glaubt nämlich, daß für einige Fälle die Wahrheit der Metallverwandlung nicht bestritten werden könne, aber daran erkenne man gerade das Verwerfliche der Alchemie; denn da nach seinen Gründen die Metallverwandlung physisch unmöglich sei, so müsse das Statthaben derselben ein Blendwerk des Teufels sein, womit dieser die Seelen zu verführen suche.

Die Anhänger der Alchemie hatten indeß doch zu letzterer Zeit noch wenig Lust, ihre Kunst als ungegründet zu verleugnen; eine Stütze fanden sie noch darin, daß einige ausgezeichnete Chemiker der hermetischen Kunst ganz vertrauten, und die Wahrhaftigkeit derselben durch ihre Autorität bekräftigten. Hier muß Becher genannt werden, der sowohl praktisch (vgl. seine künstliche Eisenerzeugung und seine ewigen Goldminen im Meersande, Seite 178 des I. Theils), als auch durch scharfsinnige Wider-

legung sophistischer Beweise, welche die Nichtigkeit der Alchemie darthun sollten, diese vertheidigte. Nichts giebt über den geistigen Zustand, in welchem sich um 1670 die Angriffe auf die Goldmacherei und ihre Widerlegung bewegten, einen bessern Begriff, als einige Stellen in dem zweiten Supplement zu der Physica subterranea von Becher, deren Inhalt hier kurz angedeutet werden mag. — Bekannt sei es ihm, sagt Becher, daß ein subtiler Kopf den Alchemisten eine Betrachtung entgegengesetzt habe, welche für diese ein gordischer Knoten sein solle, und auf eine Besprechung derselben müsse man eingehen. Wenn die Alchemie existire, sage jener, so müsse sie Salomo gekannt haben, der unleugbar alle Weisheit des Himmels und der Erde besessen habe; dieser aber habe Schiffe gen Ophir geschickt, um Gold holen zu lassen, auch seine Unterthanen stark besteuert, was er sicher nicht gethan hätte, falls er habe Gold machen können; also habe Salomo die Alchemie nicht gekannt, also existire sie nicht. — Becher concedirt den major, daß Salomo alle Weisheit besessen habe, wenn es ihm gleich zweifelhaft dünkt, daß sich dieselbe auf alle Specialitäten erstreckt habe; ob Salomo denn auch mit dem Schießpulver und der Buchdruckerkunst bekannt gewesen sei? wirft er ein. — Den minor aber leugnet er unbedingt; aus der Schifffahrt nach Ophir und der Steuererhebung lasse sich keineswegs ableiten, daß Salomo den Stein der Weisen nicht besessen. Ob denn unter Kaiser Leopold, der doch, wie bekannt, Gold gemacht habe (Seite 172), eine Steuerermäßigung stattgefunden habe? Und ob es wohl mit der Schifffahrt nach Ophir eine so ausgemachte Sache sei? zu jener Zeit, wo man den Compaß noch nicht gekannt habe? Ob denn Salomo seine Schiffe nur, um Gold zu holen, habe nach Ophir schicken können? nicht als Uebungsexpedition? Im Gegentheil, die Fahrt nach Ophir mit allem Geheimnißvollen, was darüber schwebe, spreche dafür, daß Salomo allerdings Adept gewesen sei, der nur, um das Geheimniß zu wahren, das Gold nicht in seinem Palaste gemacht habe, sondern die Tinctur in ein fernes Land versandt und das gemachte Gold habe zurückbringen lassen; was denn sonst Ophir sein könne? in Ostindien und in Amerika treffe man keine Goldgruben aus der Zeit der Juden; was denn im andern Falle Salomo den Bewohnern von Ophir zum Tausch habe geben können? und weßhalb nicht nach Salomo's Tode unter Rehabeam diese Schifffahrt fortgesetzt worden sei? Ihm, Becher, sei es gewiß, daß Salomo den Stein der Weisen besessen und gebraucht, aber an Niemand verrathen habe, und jenes

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Gegners Einwurf sei frivol und nichtig. — So disputirte man damals über chemische Gegenstände.

Mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts gewannen die Gegner der Alchemie an Anzahl; namentlich sagten sich schon Viele aus dem gelehrten Stande im Allgemeinen von dem Glauben an Alchemie los, und in mehreren Schriften jener Zeit wird die Alchemie bündig charakterisirt als eine casta meretrix, quae omnes invitat, neminem admittit; ars sine arte, cujus principium est cupere, medium mentiri et finis mendicare vel patibulari. — Auch mehrten sich die Schriften, welche speciell gegen die Alchemie gerichtet waren. Ihre Titel und Autoren hier vollständig aufzuführen, ist unnöthig, da sich kein bekannterer Name darunter findet, und keins dieser Werke besondere Wirkung gethan hat; viele von diesen erschienen zudem anonym. Diese Kinder der Aufklärung hatten indeß zum Theil sonderbare Titel, und ihre Beweisführung war immer noch eine sehr indirecte. So suchte z. B. J. C. Ettner die Alchemie in zwei Schriften zu bekämpfen, deren eine schon 1696 als »des getreuen Eckhard's entlarvter Chymikus, in welchem der Laboranten Bosheit und Betrügerei dargestellt wird«, erschien; die andere aber als »des getreuen Eckhard's medicinischer Maulaffe oder der entlarvte Marktschreier« 1710 den letzten Nachdruck geben sollte. Ein anderer Alchemistenfeind, J. Schmid zu Chemnitz, schrieb 1706: »Der von Mose und den Propheten übel urtheilende Alchymist, vorgestellt in einer schriftmäßigen Erweisung, daß Moses, wie auch David, Salomo, Hiob und Esra keine Adepti lapidis philosophorum gewesen sind«, durch welchen Beweis hauptsächlich auch er der Alchemie den Todesstoß zu geben glaubte. Da kamen auch 1702 heraus »Posaunen Eliä des Künstlers, oder deutsches Fegefeuer der Scheidekunst, — — — von einem Kind des Vizlipuzli, der ehrlicher Leute Ehre und der Aufgeblasenen Schande entdecken will.« Aber die Vertheidiger der Alchemie waren nicht still; 1703 erschien »Erlösung der Philosophen aus dem Fegefeuer der Chymisten, das ist, rechtmäßige Recension im Namen der Philosophen den unlängst ausgeflogenen drei Lasterbogen entgegengesetzt durch Ihrer Herrlichkeit Fiscal«, und 1705: »Demolirung und Eroberung des durch den Schall einer thönernen Eliasposaune, auf Befehl des chymischen Papstes angekündigten Fegefeuers der Scheidekunst, sammt den übrigen auf der Insel Schmäheland aufgerichteten Schanzen.«

Mehr als alle solche Angriffe schadete dem Glauben an die hermetische

Kunst der Umstand, daß sich die eigentlichen Chemiker immer mehr von der Alchemie abwendeten, und nachgerade die gewöhnlichen alchemistischen Bestrebungen geradezu verwarfen, wenn sie auch die Möglichkeit der Metallverwandlung, aber nur dem Princip nach, noch anerkannten. Nach Kunkel und Homberg um 1700 gab sich fast kein Chemiker von Ruf mehr mit hermetischen Arbeiten ab, sondern sie begannen nun der Alchemie entgegen zu treten. Schon der berühmte Otto Tachenius hatte in seinem Hippocrates chymicus (1666) viele Taschenspielereien von angeblichen Adepten aufgedeckt. Der Begründer der phlogistischen Theorie, G. E. Stahl, welcher in seiner Jugend eifrig Alchemie getrieben hatte, verleugnete dieselbe in höherem Alter, und erklärte sich gegen die »thörichten Hoffnungen und Einbildungen der Goldmacherei«. Glimpflich mit den Alchemisten verfuhr noch Boerhave, wenn er auch durch seine praktischen Prüfungen (Thl. I. Seite 199) den Ungrund mehrerer ihrer Angaben darthat. In seinen Elementis Chemiae (1732) sagt er: über die Richtigkeit der Alchemie, ob schon Gold künstlich gemacht worden sei, wage er nicht zu entscheiden. Fast überall, wo er die Alchemisten verstehe, habe er sich von ihrer guten Beobachtungsgabe und der Richtigkeit ihrer Vorschriften überzeugt; ob er sie da, wo er sie nicht verstehe, sogleich der Lüge zeihen oder nicht vielmehr seine Unwissenheit anklagen solle? Abenteuerlich seien allerdings oft die Versicherungen der Alchemisten, aber habe man nicht auch die Sagen vom ewigen Feuer für abenteuerlich gehalten, und doch sei es jetzt im Phosphor entdeckt; und so sei es mit vielem anderen. Sapientum est, schließt er, omnia explorare, retinere probata, nunquam limitare Dei potentiam, neque productae a Creatore naturae fines.

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Viel schroffer äußerte sich schon 1722 der berühmte St. F. Geoffroy, welcher in einer weitläufigen Abhandlung die Betrügereien der Alchemisten darlegte.

Der Vollständigkeit wegen will ich hier Einiges darüber einschalten, in welcher Weise die Betrügereien der Alchemisten gewöhnlich vor sich gingen. — Man nahm Tiegel mit doppelten Böden, zwischen welchen Gold verborgen war; darin schmolz man ein unedles Metall, warf irgend eine Substanz darauf, rührte um, wobei man den oberen dünnen Boden durchstieß, und fand zuletzt ein goldhaltiges Metall im Tiegel. Oder man deckte den Tiegel mit einer Kohle zu, in welcher sich eine Höhlung befand, die mit Gold gefüllt und mit schwarzem Wachs verschlossen war. Oder man rührte das

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

geschmolzene unedle Metall nach der Projection mit einem Holzstäbchen um, welches ausgehöhlt war und Gold verbarg. Gewöhnlicher noch nahm man Zinnober oder Eisenoxyd, welchen Goldkalk beigemischt war, als angeblich reine Substanzen, oder ein Amalgam statt reinen Queckſilbers u. s. f. — Viel Aufſehen machten früher eiſerne Nägel, welche zur Hälfte in Gold verwandelt waren, ſo weit man ſie in die Tinctur eingetaucht hatte. Einen ſolchen Nagel zeigte man zu Florenz noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts; er ſtammte von Leonhard Thurneyſſer, welcher 1586 dieſe Verwandlung vor den Augen des Großherzogs von Toscana, Ferdinand von Medicis, bewerkſtelligt hatte. Der Nagel mit eiſernem Kopfe und goldener Spitze täuſchte Viele, wozu das eigenhändige Zeugniß des Großherzogs, was mit vorgezeigt wurde, nicht wenig beitrug. Später erkannte man, daß die goldene Spitze angelöthet war. Die ganze Verwandlung beſtand darin, die Eiſenfarbe, womit man das Gold überſtrichen hatte, zu zerſtören. — Von ähnlicher Art waren die Verwandlungen, welche Sendivogius in den letzten Jahren ſeines Lebens producirte, ſilberne Münzen auf der einen Seite in Gold zu verwandeln; namentlich machte dieſer Adept eine derartige Probe ſeiner Kunſt vor Ferdinand II. Zu dieſem Zwecke wurde ein Goldblech auf eine Silberplatte gelöthet, und die Maſſe ausgeprägt, die Goldſeite aber mit Queckſilber weiß gefärbt. Um die Metallverwandlung zu zeigen, beſtrich Sendivogius die eine Seite der Münze mit einem gewiſſen Waſſer, glühte das Silberſtück aus, und wenn es aus dem Feuer kam, ſo war die eine Seite ziemlich tief in Gold verwandelt. — Cosmus I., Großherzog von Toscana (regierte 1537—1569) wurde in anderer Weiſe von einem fahrenden Alchemiſten getäuſcht, welcher ſich Daniel von Siebenbürgen nannte, und ſich auch mit der Heilkunde befaßte. Dieſer wußte in der Umgegend von Florenz eine von ihm bereitete Univerſalarznei unter dem Namen Usufur ſo bekannt zu machen, daß ſie in jeder Apotheke, von ihm gekauft, vorräthig gehalten wurde. Dieſes Usufur war ſtark goldhaltig; der Preis war indeß doch nicht ſehr hoch, und der Verfertiger konnte dieſe Speculation um ſo eher ohne großen Schaden wagen, da er ſeinen Patienten immer die Arzneien ſelbſt zuſammenſetzte, wozu er immer auch Usufur holen ließ, was er dann ſtets wieder für ſich behielt. Als das neue Heilmittel ziemlich bekannt geworden war, machte Daniel dem Großherzog von Toscana den Vorſchlag, ihn Gold bereiten zu lehren; der Vorſchlag wurde angenommen. Der Alchemiſt ſchrieb dem Großherzog die Subſtanzen

vor, mit welchen man die unedlen Metalle behandeln müsse, damit sie zu Gold würden; darunter war auch Usufur. Der Großherzog machte den Versuch, ließ sich mit Vorsicht alles Nöthige aus der Apotheke holen, und erhielt recht gutes Gold. Er belohnte den Alchemisten mit einem Geschenk von 20,000 Ducaten, welche dieser sogleich selbst nach Frankreich in Sicherheit brachte, von wo aus er dem Großherzog ganz offene Aufklärung über sein Verfahren gab. — Der Seite 201 erwähnte Honauer ließ den Herzog von Würtemberg in folgender Art selbst Gold machen: Der Herzog beschickte in des Alchemisten Laboratorium den Tiegel selbst mit den angegebenen Materialien, worauf Feuer gegeben wurde, welches lange Zeit sich selbst überlassen fortbrennen mußte, ohne daß Jemand am Tiegel etwas stören durfte. Während dieser Zeit verließen Alle das Laboratorium, und der Herzog war schlau genug, das Zimmer zu verschließen und den Schlüssel bei sich zu behalten. Aber in einer Kiste des Laboratoriums war ein Knabe verborgen, welcher nun hervor kam, Gold in den Tiegel warf, und sich wieder versteckte. Der Herzog fand später wirklich Gold im Tiegel, aber der gespielte Betrug wurde entdeckt und geahndet.

Aufdeckung alchemistischer Betrügereien.

Von dieser Art waren im Allgemeinen die Mittel, welcher sich die betrügerischen Alchemisten bedienten, um Gold künstlich darzustellen. Noch mehrere anzuführen, ist nicht nöthig. Je bekannter diese Betrügereien wurden, und dies war namentlich in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts der Fall, um so größer wurde die Zahl der Gegner der Alchemie; eine besondere Unterstützung fanden diese noch in dem Umstande, daß das weit verbreitete Uebel der Goldmachersucht sich nachgerade zu offen in seinen traurigen Folgen zeigte, als daß nicht alle Menschenfreunde an seiner Bekämpfung hätten Theil nehmen sollen; und hierzu erschien kein Mittel geschickter, als die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu zu leugnen. Es wurde nachgerade ein Zeichen von Aufklärung und Vorurtheilsfreiheit, gegen die Alchemisten loszuziehen, und unter den Gegnern derselben erblicken wir auch Männer, welche in keiner Weise zu einer Entscheidung der Frage in wissenschaftlicher Beziehung befähigt waren. Die Patrone der Alchemie wurden immer seltener; Ernst August von Sachsen-Weimar (um 1740) begünstigte sie noch; auch Friedrich der Große schien ihr, wie wir oben (Seite 200) sahen, nicht abgeneigt, aber im Allgemeinen wurde die hermetische Kunst nur wenig mehr von oben her unterstützt. In eine um so mißlichere Lage gerieth aber die hermetische Kunst, da jede Angabe über

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Metallveredlung, welche genauer mitgetheilt war, wie z. B. die erwähnten von Homberg und Cappel (Seite 167), als irrthümlich nachgewiesen wurde. Die wissenschaftlich gebildeteren unter den Alchemisten suchten zwar noch die Aenderung des Zeitgeistes aufzuhalten. Der Marburgische Professor Friedrich Joseph Wilhelm Schröder (geboren in Westphalen 1733, gestorben 1788) bemühte sich in seiner »Alchemistischen Bibliothek« (1772—1775), die Glaubwürdigkeit der historischen Beweise für Metallverwandlung gegen die wiederholten Angriffe zu schützen, und der berühmte Freiberger Chemiker Karl Friedrich Wenzel machte den Versuch, die wissenschaftliche Alchemie als höhere Chemie einerseits vor Verwechselung mit der gemeinen Goldmacherei zu bewahren, und andererseits sie den wiederholten Anfechtungen der eigentlichen Chemie als reiner Erfahrungswissenschaft zu entziehen. In seiner »Einleitung in die höhere Chemie« (1773) theilte er die Grundlehren seiner Ansichten mit; alle Metalle sind hiernach zusammengesetzt, und zwar lassen sich ihre Bestandtheile abscheiden, und wenn diese dann in veränderten Gewichtsverhältnissen wieder zusammengefügt werden, so entsteht ein von dem früheren verschiedenes Metall. Beweise theilte er nicht mit, aber später, 1783 in seiner »Lehre über die Verwandtschaft der Körper«, gab er einzelne Thatsachen an, welche die Metallverwandlung erweisen sollten. So verwandelt sich nach ihm Arsenik, über welchen man zu wiederholten Malen Salmiakgeist abzieht, und den man dann mit Blei schmilzt, in reines Silber (was im Blei steckte); von ähnlicher Art waren die anderen empirischen Beweise.

Alle diese angeblichen Thatsachen dienten zu nichts, als die Möglichkeit der Metallverwandlung immer mehr zu verdächtigen. Besonders nachdrücklich trat um diese Zeit (1777 und 1793) der bekannte Chemiker Wiegleb gegen die Alchemie auf, und suchte in seiner »historisch-kritischen Untersuchung der Alchemie« ihre gänzliche Unhaltbarkeit zu beweisen. Die Anhänger der hermetischen Kunst warfen ihm vor, er habe mehr als Kläger denn als Richter geschrieben, und die besten historischen Beweise für die Alchemie ausgelassen. Das Buch gefiel indeß schon deßwegen, weil es kräftig die Ansichten einer immer mächtiger werdenden Partei aussprach.

Price.

Zu dieser Zeit machte in England die Alchemie ihren letzten Anlauf, sich Anerkennung zu verschaffen; ein Mitglied der royal society zu London, Dr. James Price, Arzt zu Guilford, trat 1782 als Adept auf. Er hatte ein rothes und ein weißes Pulver, welche Quecksilber in

Gold oder Silber verwandeln sollten. Zehnmal machte er die Transmutation vor vielen Zeugen (ihre Anzahl belief sich auf drei bis zwanzig) und mit bestem Erfolg; 1 Gran der rothen oder weißen Tinctur verwandelte 30 bis 60 Gran Queckſilber in Gold oder Silber; das erhaltene Metall wurde jedesmal vollkommen kunſtgerecht geprüft. Die Sache machte viel Aufſehen, unter den Anweſenden hatten ſich mehrere hochſtehende Perſonen befunden, und König Georg III. wollte ſelbſt eine Probe des verfertigten Silbers in Augenſchein nehmen. Auch der königlichen Societät zu London wurden Probeſtücke der erzeugten Metalle vorgelegt; ſie übertrug die Unterſuchung dem berühmten Kirwan. Man verlangte von Price, in Gegenwart von Mitgliedern der Societät ſeine Verſuche zu wiederholen, oder aber die Bereitung der Tincturen anzugeben; er lehnte beides ab, erſteres unter dem Vorwande, ſein ganzer Vorrath an Tinctur ſei erſchöpft, und zu einer nochmaligen Ausarbeitung könne er ſich nicht verſtehen. Ehrenrührige Gerüchte kamen nun gegen Price in Umlauf, und um ſich nicht ſelbſt als Taſchenſpieler zu bekennen, verſprach er, die Ausarbeitung zu wiederholen. Er fing 1783 wieder in Guilford an zu arbeiten, aber ohne Erfolg. Seine dortigen Freunde fühlten ſich compromitirt, und zogen ſich von ihm zurück; ſein guter Ruf war beinahe vernichtet. Anfangs Auguſt 1783 machte er ſeinem Leben durch Vergiftung mit Kirſchlorbeerwaſſer ein Ende.

Letzte Vertheidigung der Alchemie. Price.

Dieſer letzte Vorfall brach der Alchemie in der öffentlichen Meinung den Stab. Das große Publicum glaubte nicht mehr daran, und damit war der Alchemie ihre beſte Stütze genommen. Die Chemiker aber ſprachen ſich immer beſtimmter gegen die theoretiſche Möglichkeit der Metallverwandlung aus.

Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogiſtiſche Chemie.

So lange man noch die Metalle als zuſammengeſetzte Körper betrachtete, gleichviel wie, konnte man die Möglichkeit einer Transmutation nicht ganz von der Hand weiſen. So glaubte noch 1784 der bis dahin der phlogiſtiſchen Theorie treu gebliebene Guyton de Morveau an die Umwandlung des Silbers in Gold (Seite 167), und ſelbſt Bergman war der Anſicht, daß man keineswegs allen Erzählungen von Metallverwandlung unbedingt die hiſtoriſche Glaubwürdigkeit abſprechen könne. Aber als ſich, namentlich durch Lavoiſier's Einfluß auf die Chemie, der Begriff von chemiſch einfachen Körpern immer beſtimmter entwickelte und die Metalle als ſolche anerkannt wurden, ſah man es als entſchieden an, daß nach chemiſchen Principien kein Metall in das andere verwandelt werden könne.

Sind die Metalle chemisch unzerlegbare, einfache Körper, so kann nicht eins derselben durch chemischen Proceß, und das soll doch die Wirkung des Steins der Weisen sein, in das andere übergehen. So trug die antiphlogistische Theorie auch zum Sturze der Alchemie bei. Die Hermetiker wurden seltener; doch war ihre Zahl immer noch groß genug. Allein wer sich noch mit Alchemie beschäftigte, that dies, von dem letzten Jahrzehent des vorigen Jahrhunderts an, nicht mehr öffentlich.

Die hermetische Gesellschaft.

Das letzte Zeugniß über die Theilnahme, welche die Alchemie vor noch nicht langer Zeit fand, legen die Ereignisse ab, welche mit der Thätigkeit der hermetischen Gesellschaft in Verbindung stehen. Dieser Gesellschaft gedachten wir schon früher mehrfach (Seite 191 und 227); wir wollen hier etwas genauer auf ihre Besprechung eingehen, da sich in ihr der letzte Aufschwung der alchemistischen Bemühungen kund thut, und zudem bisher über sie nur Weniges aufgeklärt war [1]).

Durch einen Aufsatz in einer der damals gelesensten deutschen Zeitschriften, dem Reichsanzeiger, erhielt 1796 zuerst die Welt Kunde von dem Bestehen einer hermetischen Gesellschaft. Als Zweck derselben wurde angegeben, daß man zur Entscheidung über den Grund oder Ungrund der Alchemie hinarbeiten wolle; die Liebhaber der Alchemie wurden eingeladen, mit der hermetischen Gesellschaft, durch Vermittelung der Redaction des Reichsanzeigers, in Verbindung zu treten und offen mitzutheilen, nach welchen Verfahrungsweisen sie bisher gearbeitet hätten und zu welchen Resultaten sie gelangt seien; guter Belehrung könnten sie versichert sein.

Dieser Aufruf verfehlte seinen Zweck nicht. Aus ganz Deutschland liefen bald Briefe an die hermetische Gesellschaft ein, und aus dieser Correspondenz sieht man recht deutlich, wie die Alchemie damals noch in allen Klassen der Gesellschaft zahlreiche Anhänger hatte. Da liefen Briefe ein von pensionirten Officieren, — die sogleich besiegelte Ehrenwortsscheine mitschickten, daß sie das Geheimniß des Steins der Weisen, welches sie umgehend mitgetheilt zu erhalten hofften, nicht wegsagen wollten, — und von Schneidern und Schustern; von Leibärzten deutscher Fürsten und von armen Dorfschulmeistern, von Apothekergehülfen, Geheime-Kriegsräthen, Uhrmachern,

---

[1]) Die Papiere der hermetischen Gesellschaft, ihre ganze Correspondenz, befinden sich im Besitz der Universitätsbibliothek zu Gießen. Aus ihnen ist entnommen, was ich oben mittheile.

Die hermetische Gesellschaft.

Registratoren, Schlossern und Organisten; von Leuten jeglichen Standes. Alle schrieben mehr oder weniger offen, mit was sie bisher gearbeitet hatten, und was ihr Resultat war; Alle hatten Nichts herausgebracht, und baten flehentlich um sichere Anleitung, wie man das große Elixir bereite; Alle glaubten fest, eine große hermetische Gesellschaft, ein Verein grundgelehrter Alchemisten existire wirklich, und von ihm werde ihnen sichere Unterweisung zukommen.

Die hermetische Gesellschaft, an welche sie sich wandten, zählte indeß nur zwei wirkliche Mitglieder. Es waren dies zwei westphälische Aerzte, Dr. Kortüm in Bochum, welcher sich schon früher als Anhänger der Alchemie und namentlich als Widersacher Wiegleb's hervorgethan, auch eine »Vertheidigung der Alchemie gegen die Einwürfe einiger neueren Scheidekünstler, besonders gegen Wiegleb« (1789) und »Noch ein Paar Worte über Alchemie und Wiegleb« (1791) geschrieben hatte (längere Beachtung hat unter seinen literarischen Erzeugnissen die »Jobsiade« gefunden, an deren Held uns, dem Namen wenigstens nach, einer der unten angezeigten alchemistischen Tractate noch ganz besonders erinnert), und Dr. Bährens zu Schwerte bei Dortmund. Beide waren von der Wahrhaftigkeit der Alchemie überzeugt, glaubten aber, die Auffindung des Steins der Weisen könne nur durch gemeinsames Zusammenwirken Vieler erlangt werden. Für die wahre Materia prima hielten sie das Erdpech oder den Theer aus Steinkohlen (vergl. Seite 227), und munterten zu der Bearbeitung dieses Stoffs auf, ohne jedoch geradezu abzurathen, wenn ein Anderer in eine andere Substanz große Hoffnungen setzte. Sie schrieben, als hermetische Gesellschaft, die Antworten auf die zahlreich eingehenden Schreiben, und wehrten namentlich dem ungestümen Eifer, mit welchem mehrere Liebhaber der Alchemie auf offene Mittheilung des Geheimnisses drangen. »Palliativisch beantwortet«, heißt die Randbemerkung auf den meisten Briefen, die an sie eingelaufen waren. Mit vielem Geschick wußten sie auch Jahre lang ihren Correspondenten gegenüber den Schein zu wahren, als ob die Antworten nicht von Individuen, sondern von einer großen Gesellschaft gemeinsam abgefaßt wären. Am lebhaftesten ging die Correspondenz in den Jahren 1796 bis 1803; auch ein »hermetisches Journal« begannen sie herauszugeben, welches sich den früheren alchemistischen Schriften würdig anschließt. Ein Tractat »von der philosophischen Auflösung«, eine Abhandlung »über die chemisch-mystische Theosophie«, eine »Beschreibung des Universalprocesses

Die hermetische Gesellschaft.

nach Toussetaint«, ein Aufsatz »von dem philosophischen Spießglasöhle«, ein alchemistischer Zuspruch: »Josua Jobs an die Wanderer im Thale Josaphat« und ein »System der Hermetik« füllen das erste (1802 erschienene) Heft dieser für das 19. Jahrhundert einzigen Zeitschrift. Diese Abhandlungen machten auf die Alchemisten immer noch den gewünschten Eindruck, und einzelne Ansichten ermangeln allerdings einer gewissen Tiefe nicht, wie z. B. folgende Stellen aus dem »System der Hermetik«: »Die Erde ist eine lockere, schwere, zerreibliche, grobe Substanz, kalt und melancholisch, dem Saturn geeignet, — das Licht ist ein Ausfluß des feurigen Naturgeistes, — das Feuer ist das reinste Element, fix, hitzig, trocken, ruhig, verzehrend, majestätisch und der Thron der Gottheit« und viele ähnliche. Dabei mangelten nicht Citationen aus den ausgezeichnetsten der damaligen neueren Schriftsteller, und zur Erklärung dessen, was philosophische Auflösung sei und worauf sie beruhe, stützte man sich namentlich auf Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. — Auch Diplome theilte die hermetische Gesellschaft aus, allein es wurden nur Ehrenmitglieder ernannt[1]). Auf diese Art wurde der Glaube an die Existenz eines großen Vereins bestärkt. Bald bildeten sich kleinere Vereine, z. B. in Königsberg und namentlich in Karlsruhe, wo ein Baron Sternhayn sich hauptsächlich durch seinen Eifer für die hermetische Gesellschaft auszeichnete. Der Karlsruher Verein theilte sich in zwei Klassen; für die untere wurden hermetische Vorträge gehalten, wobei Eckartshausen's sogleich zu besprechende Schrift als Compendium zu Grunde gelegt wurde, die obere lag praktisch der Hermetik ob. Auch Sternhayn glaubte Mitglied eines großen

[1]) Ein solches Diplom lautete: Societas Philosophiae Hermeticae, abstrusioribus naturae arcanis operam navans, eligit, declarat, recipit dominum N. N. ob singulare de re chemica bene merendi studium in numerum sociorum honorarium, quorum est animo constanti, philosophiae studio flagranti, corde puro, moribusque integris veritati studere, auctores optimae notae consulere, philosophorum mysteria eruere, ambiguitates homonymas relinquere, consortium pseudophilosophorum syrtesque Alchemistarum vitare, et id, quod inde boni et certi resultet, in honorem Divini Numinis, in usum patriae et in solamen inopia laborantium referre. Dabamus d. — — 179 — — Societas Hermetica. Das Siegel der Gesellschaft hatte die Umschrift Studio et sapientia, die Unterschrift Soc. Herm.; auf ihm war neben vielen mystischen Zeichen eine aufgehende Sonne. Dem Diplom beigefügt war in einem Umschlag mit chinesischen Charakteren eine kleine Wünschelruthe.

Bundes zu sein, und versicherte, nachdem ihm das Diplom als Ehrenmitglied zugefertigt worden war, er fühle sich durch den Besitz dieses Papiers mehr geehrt, als durch das Pergament seines Adelsbriefes. Uebrigens standen selbst einzelne Chemiker vom Fach, deren bekannte Namen hier zu finden man sich nicht genug wundern kann, mit der hermetischen Gesellschaft in Verbindung. — Lebhaft währte das Treiben des Vereins fort von 1796 bis etwa 1804, ungeachtet einzelner Angriffe, wie z. B. von Wiegleb 1797 und von Benzenberg 1803; der Reichsanzeiger blieb neben dem hermetischen Journal das Organ der Gesellschaft, und in dem Jahrgange für 1798 steht eine ganze Reihe alchemistischer Aufsätze. Von jener Zeit an wird die Correspondenz magerer; Sternhayn in Karlsruhe zeigte sich indeß stets noch vorzüglich thätig und fand auch Anhänger; noch 1808 bis 1811 wurde in Karlsruhe unter mächtigem Schutz eifrig Alchemie getrieben. Immer mehr wandten sich indeß die Alchemisten von der hermetischen Gesellschaft wieder ab, da ihnen keine Förderung ihres Vorhabens zu Theil wurde; bis 1819 läßt sich indeß die Thätigkeit des Vereins noch verfolgen; nach dieser Zeit hörte sie auf. Die hermetische Gesellschaft.

Im Allgemeinen kann man die Anhänger der hermetischen Gesellschaft nur unter die Materialisten klassificiren; die Mittel, durch welche sie die Metallverwandlung auszuführen strebten, sollten materiell chemisch wirken. Aber auch Proben mystischer Chemie hat das 19. Jahrhundert noch aufzuweisen, sehr vereinzelte zwar nur, denn der mystische Glaube über Metallerzeugung verliert sich fast ganz schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts (vergl. Seite 239). Doch muß hier des letzten Probestücks dieser Ansichten noch erwähnt werden, so wenig Einfluß es im Ganzen auch ausgeübt hat. — Während die früheren Mystiker unter den Alchemisten die Sünden im Allgemeinen nur als faeces und Unreinigkeiten bezeichneten, die bei der himmlischen Sublimation zurückbleiben (vergl. Seite 236), untersuchte Eckartshausen ihre chemische Natur genauer in seinem Werke: »Die Wolke über dem Heiligthum, oder Etwas, wovon sich die stolze Philosophie unsers Jahrhunderts nichts träumen läßt« (1802), und aus seinen Forschungen geht hervor, daß alle Sünden nur Varietäten, polymere und isomere Modificationen, des Gluten sind. »In unserm Blute,« sagt er, »liegt eine zähe Materie, Gluten genannt, verborgen, die mit der Animalität nähere Verwandtschaft als mit dem Geiste hat; dieses Gluten ist der Sündenstoff, die Materie der Sünde. Diese Materie kann durch sinnliche Reize verschieden modificirt werden, und nach der Art der Modification die- Alchemistischer Mysticismus in dem 19. Jahrhundert.

ses Sündenstoffs unterscheiden sich im Menschen die bösen Neigungen zur Sünde. In ihrem höchsten Ausdehnungszustande bewirkt diese Materie Hochmuth, Stolz; in ihrem höchsten Attractionszustande Geiz, Selbstliebe, Egoismus; in ihrem Repulsionszustande Wuth, Zorn; in der Cirkelbewegung Leichtfertigkeit, Geilheit; in ihrer Excentricität Fraß, Völlerei; in ihrer Concentricität Neid; in ihrer Essentialität Trägheit.«

Mit dieser Leistung tritt der Mysticismus in der Alchemie ab.

Jetziger Stand der Alchemie.

Mit der hermetischen Gesellschaft hört die genauere Kenntniß über die Fortdauer der Alchemie auf; die Zahl der Alchemisten muß sich sehr verringert haben, oder ihre Arbeiten müssen sehr geheim getrieben werden. Die Literatur der Alchemie hat in dem 19 Jahrhundert außer dem eben Erwähnten nichts aufzuweisen, als einige historische Arbeiten, unter welchen die Geschichte der Alchemie (1832) von Professor Karl Christoph Schmieder in Kassel eine besonders vollständige Uebersicht der Literatur giebt. Wenige indeß werden der Ansicht dieses Gelehrten beipflichten, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Existenz des Steins der Weisen historisch vollkommen erwiesen seien.

In dem 19. Jahrhundert kommt noch ein Umstand hinzu, welcher die Chemiker mehr als je die Möglichkeit der Metallverwandlung bezweifeln läßt Es ist dies die atomistische Theorie, welcher die Chemiker seit 1808 fast alle beitraten. Mit der Annahme chemisch unzerlegbarer Atome aber erscheint jeder Gedanke an die Möglichkeit, die Atome eines Elements durch chemische Mittel in die eines andern umzuwandeln, unvereinbar.

Wenige Stimmen nur haben sich in unserem Jahrhundert dahin ausgesprochen, daß doch nicht alle historischen Beweise, welche die Geschichte der Alchemie für die Metallverwandlung anführt, widerlegt seien. Wenige auch nur ohne Zweifel beschäftigen sich praktisch mit der Darstellung des Steins der Weisen. Es giebt indeß noch Alchemisten. In Thüringen und Hannover opfern noch einzelne Familien der Goldmacherkunst ihre Kräfte und ihr Vermögen; noch 1837 wurde dem Gewerbeverein zu Weimar eine (bereits goldhaltige) Tinctur von einem thüringer Alchemisten zugestellt, damit sich die Mitglieder selbst von der, wenn auch nur schwach, veredlenden Kraft derselben überzeugen könnten. Wissenschaftlich wird die Alchemie zu Paris betrieben, und Diejenigen, welche den spiritus mundi als das Mittel zur Metallveredlung suchten (vgl. Seite 230), behalten vielleicht doch noch Recht. Es äußert sich Baudrimont in seinem Traité de Chimie, T. I. (1844): Il

résulte de l'étude des philosophes alchimiques, qu'un des éléments principaux de la poudre de projection existe dans l'air. Selon M. Javary, cet élément serait l'oxygène. L'oxygène, employé convenablement, serait donc l'agent qui pourrait un jour nous reproduire les prodiges de l'alchimie. M. Javary a déja obtenu des résultats si curieux et si dignes d'interêt, en suivant les indications des alchimistes, que j'ai quelque espoir de voir réussir l'opération du grand oeuvre. Jetziger Stand der Alchemie.

Auch ſonſt findet man noch hin und wieder Alchemiſten, aber meiſt wird es erſt nach ihrem Tode bekannt, daß ſie der hermetiſchen Kunſt huldigten. Für Europa hat die Alchemie keine Bedeutung mehr.

Ob für andere Länder, iſt eben ſo unwahrſcheinlich. Bei den Arabern allein finden ſich in den neueren Zeiten noch einige Spuren. Carſten Niebuhr traf auf ſeiner Reiſe (1761—1767) mehrere Alchemiſten; ihre Bemühungen waren aber eben ſo fruchtlos, wie die ihrer Kunſtgenoſſen in Europa, und bittre Armuth war auch das Loos dieſer Nachkömmlinge von Geber's Stamme. — Aus Baſſora wird noch vom Jahre 1814 eine Transmutationsgeſchichte berichtet; ihrer wird indeß nur gelegentlich von einem engliſchen Reiſenden, Kinneir, erwähnt, und ſie mag ſomit hier nicht weiter beachtet werden.

So ſehen wir die Alchemie allmälig vom Schauplatz verſchwinden; daß ſie je eine reelle Baſis hatte, iſt in keiner Weiſe anzunehmen, wenigſtens verträgt ſich dieſe Annahme mit Allem, was wir jetzt in der Chemie für wahr zu halten Urſache haben, abſolut nicht. Für irrig müſſen wir von unſerm jetzigen Standpunkte aus die Anſicht halten, daß den hiſtoriſchen Beweiſen für die Metallverwandlungen ſpäter noch Glaubwürdigkeit zuerkannt werden wird, ähnlich wie jetzt ſo viele frühere Meteorſteinfälle als unzweifelhaft anerkannt werden, obgleich der Glaube daran vor funfzig Jahren Aberglaube war, und alle derartigen Erfahrungen auf Täuſchungen beruhen ſollten, weil es ſich nicht mit damals ausgemachten Naturgeſetzen vertrug, daß ein Stein vom Himmel fallen kann. Es iſt nach unſerem jetzigen wiſſenſchaftlichen Standpunkte nicht anzunehmen, daß die Wahrhaftigkeit der Alchemie je dargethan werde, aber ich muß auch geſtehen, daß es mir bei einigen Transmutationsgeſchichten eben ſo unbegreiflich bleibt, wie ſich Männer von notoriſch rechtlichem Charakter, welche keinen Gewinn von einer Betrügerei haben konnten, und auch die, zudem ſo leichten, Mittel zur Prüfung beſaßen und anwenden konnten, betrogen haben oder

täuschen lassen sollten — als mir die Metallverwandlung selbst unbegreiflich ist.

Wir haben jetzt die Alchemie nach allen ihren Einzelnheiten kennen gelernt. Ueberblicken wir das Ganze noch einmal, und beurtheilen Jedes so gut wir es jetzt können, so finden wir als Resultat die in der Geschichte aller Wissenschaften nicht selten vorkommende Erscheinung, daß eine verhältnißmäßig unbedeutende richtige Wahrnehmung die Grundlage bedeutender, weit um sich greifender Irrthümer wird. Man nahm wahr, daß ein gewisser Stoff in geringer Menge einem Metall eine andere Farbe mittheilen kann. Aus dieser Verwandlung der Farbe wird die Möglichkeit einer Metallverwandlung nach allen Eigenschaften gefolgert und als Thatsache ausgesprochen; das wörtliche Auffassen bildlicher Redensarten fügt den Glauben an die Universalmedicin hinzu; in derselben Art, und durch den Umstand begünstigt, daß früher die Zeit nach Gebeten bestimmt wurde, verbindet sich mit der Alchemie religiöser Mysticismus, und so tritt eine falsche Richtung nach der andern fast unvermerkt ein. Jeder dieser Auswüchse entwickelt sich schnell, bald steht er scheinbar ganz selbstständig da, und nur aufmerksame Rückverfolgung lehrt die dürftige Quelle kennen, welcher so breite Ströme von Verirrungen entflossen sind.

Geschichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenstände.

Einleitung.

Unter den theoretischen Lehren der Chemie, deren Geschichte wir genauer zu erörtern haben, nimmt die Affinitätslehre die erste Stelle ein. Die Affinitätslehre faßt jetzt fast Alles in sich, was durch zahlreiche einzelne Beobachtungen an allgemeinen Resultaten für die Chemie gewonnen worden ist, und die chemische Kenntniß jedes einzelnen Körpers ist nur das Wissen, in welcher Weise er den allgemeinen Gesetzen der Affinitätslehre folgt. Wie diese Lehre sich entwickelte, wollen wir hier betrachten, und die Geschichte einiger anderer theoretischer Gegenstände, die mit der ersteren im engsten Zusammenhange stehen, zugleich mit in den Kreis der Darstellung ziehen. Aus was entstehen die chemischen Verbindungen, oder in welche letzten Bestandtheile lassen sie sich zerlegen? durch welche Kraft, nach welchen Gesetzen und mit welchem Erfolg gehen chemische Umbildungen und Zersetzungen vor sich? — Das sind die Fragen, welche zu beantworten viele Versuche gemacht wurden, über die wir hier zu berichten haben. Um den Gegenstand vollständiger überblicken zu können, haben wir also zuerst die Ansichten der verschiedenen Zeiten in Betreff der letzten Bestandtheile der chemischen Verbindungen, der Elemente, zu betrachten; sodann die Auffassung und Benennung des Begriffs der Affinität, die Erkenntniß der verschiedenen Stärke der chemischen Verwandtschaft und ihrer verschiedenen Art zu wirken, die theoretischen Vorstellungen, welche man sich über die Ursache der Verwandtschaft machte, kennen zu lernen. An die Darstellung, wie der Begriff der chemischen Verbindung als einer Folge der Affinität erkannt wird, lehnt sich dann die Untersuchung an, wie die Wirkungen der Affinität überhaupt, namentlich aber das Zusammentreten von Bestandtheilen nach bestimmten Ver-

Einleitung. hältnissen, studirt werden, wie die Stöchiometrie zu einem der wichtigsten Theile unserer Wissenschaft herangebildet wird; wir haben Einiges darüber anzugeben, wie der Gegensatz zwischen Lösungen und eigentlichen chemischen Verbindungen erkannt wurde. Weiter haben wir durchzugehen, wie der Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften bei Verbindungen erforscht wurde; endlich wie sich die Nomenclatur der chemisch wichtigeren Substanzen, wie sich ihre Bezeichnung durch besondere Charaktere im Laufe der Zeiten verändert und ausgebildet hat. — Die Betrachtung der verschiedenen Ansichten über die chemischen Grundstoffe soll uns zuerst beschäftigen.

Ansichten über die Elemente.

Als eine der Fragen, an deren Beantwortung sich der Forschungsgeist der Menschen am frühesten übte, finden wir die: Wie und aus was ist die Welt entstanden? In Bezug auf das letztere, in Bezug auf die letzten Bestandtheile aller uns wahrnehmbaren Materie eine Vorstellung zu gewinnen, wurde lange Zeit die Speculation einzig und allein als Hülfsmittel angewandt; spät erst arbeitete auch die empirische Naturforschung in dieser Richtung, und suchte auch von ihrem Standpunkte aus in jener Beziehung zu Resultaten zu gelangen; zu der philosophischen Auffassung der Elemente trat die empirische, die chemische Aufsuchung derselben. Wie sich in letzterer Beziehung, für die Chemie, die Ansichten über die Elemente gestalteten, wollen wir hier betrachten; nothwendig ist es aber, Einiges über die früheren philosophischen Meinungen vorauszuschicken, da sich die chemischen Ansichten an sie anlehnten, oder in ihrer Verbreitung vielfach den Einfluß dieser früher geäußerten Meinungen erfuhren.

Aelteste Ansichten über die Elemente.

Was die letzten Bestandtheile der Körper seien, darüber finden wir ziemlich ähnliche Ansichten seit den ältesten Völkern, deren Meinungen darüber uns die geschichtlichen Denkmäler aufbewahrt haben, bis in dem ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung aufgestellt und angenommen. Bei den ältesten Völkern finden wir bald die Ansicht, daß Ein Urstoff existire, bald die, daß aus mehreren Elementen alle Körper zusammengesetzt seien. So galt den Persern das Feuer als der einzige Urstoff, den Aegyptern das Wasser. Auch bei den Indiern ist diese letztere Ansicht ausgesprochen, aber in anderen ihrer frühesten Schriften werden fünf Elemente genannt, als durch Vereinigung alle Materie bildend: das Feuer, der Aether, das Wasser, die Luft und die Erde. Nach diesen bildet die Vereinigung der genannten Elemente auch die

Aelteste Ansichten über die Elemente.

organischen Substanzen, und Sterben ist die Beginnung des Zurückgehens des menschlichen Körpers in seine Elemente. Unter den hier genannten Begriffen schwankte die Wahl der Denker auch anderer Völker, die bald Einen von ihnen als den einzigen Urstoff, bald mehrere als die Elemente der wahrnehmbaren Materie betrachteten.

Das Volk, dessen Ansichten über diesen Gegenstand uns am besten bekannt sind und für die folgenden Zeiten den größten Einfluß ausübten, sind die Griechen. Bei ihnen scheint in den ältesten Zeiten das Wasser als erster Grundstoff betrachtet worden zu sein, zuerst mehr in mythischer Auf-

Thales' Ansichten.

fassung, bis Thales (um 600 vor Chr.) es bestimmt aussprach, und die Richtigkeit seines Ausspruchs aus der Nothwendigkeit des Wassers für die Entwicklung aller Wesen darzuthun suchte. Er fand in der Feuchtigkeit die Hauptbedingung des Entstehens organischer (vegetabilischer wie thierischer) Wesen, und glaubte hiernach annehmen zu können, auch für die Entwicklung des Weltalls sei die Gegenwart von Wasser erste Bedingung gewesen, das Wasser also Grundprincip aller Dinge. Andere Philosophen waren

Anaximenes' Ansichten.

anderer Ansicht. Anaximenes von Milet setzte an die Stelle des Wassers die Luft, und leitete die Entstehung aller Körper aus einer Verdünnung oder Verdickung derselben ab, indem im ersteren Falle Feuer, im zweiten dagegen Wasser entstehe. Wird auch bei ihm die Luft als erstes Princip angesehen, so sind doch noch für ihn auch Feuer und Wasser in den Eigenschaften unter sich und von der Luft verschiedene Elemente; es sind Modificationen des Urelements. Die Ansicht des Anaximenes hat für uns Bedeutung, weil sich in ihr zuerst der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet, wenn auch zunächst nur darin, daß er für dasselbe Urelement verschiedene Zustände annahm. Später, wo Wasser, Feuer und Luft als von einander unabhängige Elemente betrachtet wurden, wo man nicht mehr das eine als früher entstanden und die anderen als erst später sich daraus entwickelt habende ansah, blieb doch die Vorstellung von der Möglichkeit einer Verwandlung der Elemente in einander. Und als man an die Stelle der rein durch Speculation gefolgerten Urstoffe andere, von der Erfahrung weniger oder mehr angezeigte, setzte, glaubte man ebenfalls noch an die Möglichkeit der Verwandlung derselben in einander, welche Ansicht sich in der Chemie zu verschiedenen Zeiten geltend zu machen suchte.

Heraclit's Ansichten.

Aehnlich wie Anaximenes die Luft, nahm Heraclit von Ephesus (um 500 vor Chr.) das Feuer als das Urprincip aller Dinge an, welches sich

in Wasser und Erde verwandeln könne. So finden wir bei den erwähnten griechischen Philosophen alle die Begriffe erwähnt, welche später in der Lehre von den vier Elementen zusammengefaßt wurden, aber in verschiedener Auffassung, insofern Jeder eins dieser vier Elemente als das anfängliche und die anderen als Modificationen desselben betrachtete. — Wir sehen in der Geschichte der griechischen Philosophie noch andere Denker, deren Ansichten von den eben besprochenen abweichen, und sich den chemischen mehr nähern, insofern in Bezug auf diesen Gegenstand eine Vergleichung zwischen der Art zu schließen jener Zeit und der späteren, wo die Chemie wissenschaftlich betrieben wurde, statthaft ist. So sah Anaximander von Milet (um 610 vor Chr.), über dessen Lehren wir jedoch nur zweifelhafte Nachrichten haben, die verschiedenen Stoffe nicht als durch Verdünnung oder Verdichtung Eines Urprincips entstanden an, wenn er gleich ein nicht näher bestimmtes Urwesen zugab, sondern durch Ausscheidung, indem sich aus dem Urstoff gewisse Theile ausscheiden, wo sich dann das Verwandte zu einander wende; und Anaxagoras von Clazomene (um 450 vor Chr.) nahm noch mehr in Uebereinstimmung mit neueren Ansichten an, daß vor der Entstehung der Erde in ihrem jetzigen Zustande ein Chaos existirt habe, in welchem bereits alle Stoffe, aber nicht vereinigt, enthalten gewesen wären. In jedem Stoff nahm er gleichartige Theilchen (ὁμοιομέρεια) an, die für die verschiedenen Stoffe verschieden seien, in dem Chaos zertheilt vorhanden gewesen wären, und sich bei Ordnung der Dinge zu größeren gleichartigen Massen vereinigt hätten.

Aelteste Ansichten über die Elemente.

Anaximander's Ansichten.

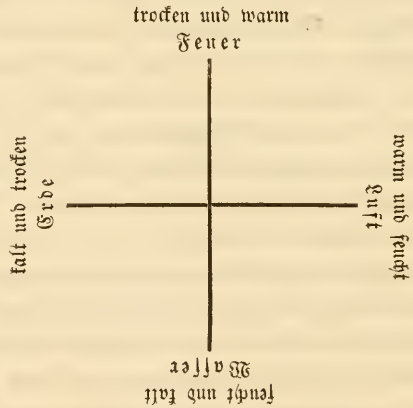
Anaxagoras' Ansichten.

Diejenige Lehre über die Elemente indeß, welche alle anderen verdrängte, und lange Zeit hindurch die allein angenommene blieb, war die des Aristoteles, über welche wir bereits im I. Theile (Seite 29 f.) gesprochen haben, als von einem der passendsten Beispiele für die Methode der griechischen Philosophen bei Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme. Aristoteles' Annahme von vier Elementen mit besonders ausgezeichneten Eigenschaften (Feuer trocken und warm, Luft warm und feucht, Wasser feucht und kalt, Erde kalt und trocken) verbreitete sich schnell, und wir begegnen ihr später bei allen Völkern, wo sich wissenschaftliche Untersuchungen vorfinden, als der allein angenommenen. Bei den Griechen wurde diese Lehre die herrschende; bei den Römern sehen wir sie gleichfalls als wahr anerkannt, wie sich aus Plinius ergiebt; zu den Arabern drang sie schon im sechsten Jahrhundert, wo des Aristoteles Schriften in das Arabische übersetzt wurden. Auch bei den späteren Griechen erhielt sie sich in ihrer Autorität;

Aristoteles' Ansichten.

Aelteste Ansichten über die Elemente. Ansichten der Scholastiker.

Michael Psellus (um 1050), unter den Byzantinern der damaligen Zeit einer der bekanntesten Gelehrten, bekannte sich zu ihr. In der scholastischen Philosophie der Abendländer erhielt sie sich im größten Ansehen bis in das 16. Jahrhundert. Wie hier die Lehre von den Elementen sich entwickelte, ist für die Geschichte der Chemie merkwürdig, weil gerade zu jener Zeit man auch in anderer, chemischer, Beziehung auf denselben Gegenstand zu schließen begonnen hatte. Bei den Scholastikern galt als Definition der Elemente: einfache Stoffe, in welche sich andere zerlegen lassen; als allgemeine Eigenschaften der Elemente: Unzerlegbarkeit und Fähigkeit, sich zu verwandeln. Die Fähigkeit, daß sich ein Element in ein anderes verwandeln kann, beruht auf der Aehnlichkeit der Grundeigenschaften je zweier Elemente, die unter folgendem Schema versinnlicht wurde:



nach welchem jedes der Elemente zwei Eigenschaften, und zwar die eine in höherem, die andere in geringerem Grade besitzt, und mit jedem der beiden ihm benachbarten Eine Eigenschaft gemein hat, und durch zunehmendes Vorwalten dieser Eigenschaft in dieses übergehen kann. Die vier in dem obigen Schema angeführten Eigenschaften hießen qualitates primae, welche als die qualitates secundas hervorbringend angesehen wurden. Als letztere galten z. B. Dichtigkeit, Härte u. s. w., indem man die Dichtigkeit als Wirkung der Kälte betrachtete, welche die Theilchen der Körper einander nähert, die Lockerheit umgekehrt als Wirkung der Wärme; die Härte als Wirkung der Trockenheit, die Weichheit als die der Feuchtigkeit. Außerdem wurden die Elemente noch in leichte und schwere eingetheilt. Als leichte, die näm-

lich ein Bestreben haben, sich von unserem Weltkörper weg zu bewegen, betrachtete man das Feuer und die Luft, und zwar unterschied man ersteres als das absolut leichte und die letztere als das relativ leichte Element. Wasser und Erde hingegen galten als schwere Elemente, ersteres als relativ schweres, letztere als absolut schweres.

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

Während indeß noch die meisten Gelehrten bis zum 16. Jahrhundert den Aristotelischen Ansichten beitraten, waren doch schon früher Versuche gemacht worden, in anderer Weise auf die Elementarbestandtheile der Körper zu schließen. Als die erste Aeußerung dieser Art müssen wir die im 8. Jahrhundert bereits aufgestellten Ansichten Geber's betrachten, wonach Schwefel und Queckſilber die Elemente, zunächst der Metalle, sein sollen. Wir haben hier die erste Annäherung dazu, bestimmte Stoffe als Elemente im chemischen Sinne des Worts darzuthun; während die Elemente des Aristoteles mehr Zustände der Körper bezeichnen, nimmt Geber den Schwefel und das Queckſilber schon mehr als die wirklichen Elementarbestandtheile der Metalle an, und sucht die Verschiedenheit der letzteren auf ungleiche quantitative Mischungsverhältnisse und ungleiche Reinheit der Elemente zu beziehen. Inwiefern unter Schwefel und Queckſilber nicht die gemeinhin so genannten, für sich darstellbaren Substanzen verstanden wurden, darauf habe ich bereits im I. Theile, Seite 45, aufmerksam gemacht, und werde unter den Abschnitten »Metalle«, »Schwefel« und »Queckſilber« darauf zurückkommen. Geber's Ansichten nahmen die ihm folgenden Alchemisten an, mit kleinen Abänderungen einzelner, die als die Früchte der Bekanntschaft mit der Aristotelischen Philosophie und eines unwillkürlichen Anhängens an dieselbe angesehen werden müssen. So führt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Arsenik noch Wasser als Elementarbestandtheil an, dessen Kälte die Starrheit dieser Substanzen bedinge. »Non autem dubium est, metallica congelari frigido aquae; igitur humor erit omnium horum materia,« drückt er sich in seinem Werke de rebus metallicis aus. — Den Geber'schen Ansichten ohne Zuthat traten Raymundus Lullus und Arnold Villanovanus in derselben Zeit bei, und des Ersteren Autorität hauptsächlich hatte viel Einfluß darauf, daß noch lange Zeit sich die Alchemisten nicht von diesen Meinungen losreißen konnten. Raymund Lull nennt die Bestandtheile aller Stoffe ganz bestimmt, aber doch manch-

Geber's Ansichten.

Albertus Magnus' Ansichten.

Raymund Lull's Ansichten.

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

mal auch mit Erinnerung an die alte Lehre von den vier Elementen. So sagt er in dem ersten Theile seines Testaments: Adhuc fili tibi manifestamus, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum. — Von

Basilius Valentinus' Ansichten.

Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert wird neben Schwefel und Queckſilber noch Salz als Element betrachtet, und von ſeiner Zeit an wird auch allgemein angenommen, daß die genannten Stoffe nicht nur die letzten Beſtandtheile der Metalle, ſondern aller Körper ſeien. In ſeiner »Wiederholung des großen Steins der uralten Weiſen« ſagt er: »Ich habe Meldung gethan und angezeigt, daß alle Dinge aus dreien Weſen zuſammengeſetzt und gemacht ſind, als aus Mercurio, Sulphure und Sale, und das iſt wahr, was ich gelehrt habe.« Dieſe Verallgemeinerung wurde

Paracelſus' Anſichten.

beſonders im 16. Jahrhundert von Paracelſus ausgeſprochen und vertheidigt, welcher Schwefel, Arſenik und Salz in allen Subſtanzen der organiſchen wie unorganiſchen Natur annahm, und unter dieſen Begriffen theils die Art der mediciniſchen Wirkung der Körper, theils ihr phyſiſches Verhalten bei Einwirkung von Feuer bezeichnete, wie er denn unter dem Begriff Salz vorzugsweiſe die dadurch unzerſtörbaren Beſtandtheile, unter Queckſilber die ſich unzerſetzt verflüchtigenden, unter Schwefel die verbrennlichen verſtanden zu haben ſcheint. (Vgl. noch I. Theil, Seite 97.) In welcher Ausdehnung Paracelſus an das Vorhandenſein ſeiner angenommenen Urſtoffe glaubte, zeigen viele Stellen ſeiner Schriften; z. B. in ſeinem erſten Tractat von Mineralibus ſagt er: »Eiſen, ſtahel, bley, ſmaragd, ſaphir, kießling nichts anders ſeind, denn Schwefel, Salz und Mercurius«, und in ſeinem Manuale: »Soll aber zuvor melden, wie der Menſch aus Sulphure, Mercurio et Sale, gleich den Metallen ſeinen Urſprung nehme«; und viele andere Belege ließen ſich noch dafür anführen, daß er in allen Stoffen dieſelben Elemente, wenigſtens dem Namen nach, vorausſetzt, wenn er auch ſonſt wieder bemerkt, daß ein Element einige Verſchiedenheit zeigen könne, je nach dem Stoff, aus welchem es erlangt wurde.

Für die ganze Periode vom 8. bis zum 17. Jahrhundert können wir die eben beſprochenen Elemente als die bei den Chemikern angenommenen von denen, an welche die Philoſophen und Phyſiker glaubten, unterſcheiden, denn bei den letzteren bleiben ſtets noch die Ariſtoteliſchen Anſichten die beibehaltenen. Die Phyſiker bekümmerten ſich um die Frage nach den Elementen weniger; ſie nahmen die Körper als gegeben, und ſuchten für ſie die

physikalischen Gesetze aufzufinden, ohne die Zusammensetzung zu berücksichtigen. Bei den Chemikern selbst änderten sich die Ansichten über die Elemente bald. Als die medicinische Chemie sich mehr ausbildete, konnte die alte Lehre über Quecksilber, Schwefel und Salz als Urbestandtheile sich nicht länger erhalten; die Chemiker, welche der medicinischen Richtung angehörten, sehen wir ihre Forschungen mehr auf die wirksamen Bestandtheile (als welche sie Säure und Laugensalz zu erkennen glaubten) richten, als auf die letzten Elemente; doch haben auch einige von ihnen in letzterer Beziehung uns ihre Ansichten mitgetheilt, und namentlich van Helmont, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hat sich darüber sehr bestimmt geäußert. Die Stoffe, welche noch Paracelsus als Elemente darzuthun gesucht hatte, erkannte er nicht als solche an, aber ebensowenig pflichtete er der Lehre des Aristoteles unbedingt bei, auch aus dem Grunde, weil dieser Philosoph kein Christ war (Turpe sane Christianis, istum [Aristotelem] in Physicis patronum adhuc sequi, sagt er in einer Abhandlung Physica Aristotelis et Galeni ignara). Von Aristoteles wich er hauptsächlich darin ab, daß er das Feuer geradezu für keine Substanz, sondern nur für eine Qualität erklärte, wie verschiedene Stellen seiner Schriften ausweisen. Concludo, sagt er, quod ignis non sit substantia, nec forma essentialis substantiarum; anderswo: vanum est, ignem confluere materialiter ad corporum misturam; und geradezu: nec ignis est elementum, nec materialiter corporibus commiscetur. Als Urstoff glaubte er dagegen Wasser betrachten zu können, da sich dies in Erde verwandeln lasse, und also Elementarbestandtheil in dieser sei, da es (vgl. Theil I. Seite 120) zur Ernährung der Pflanzen diene, und darin organische Stoffe und Alkalien bilde, also auch in diesen Element sei, und da es endlich auch einen Elementarbestandtheil der ölartigen Körper und des Weingeistes abgebe, woraus es durch Verbrennung abgeschieden werden könne. Von der Liste der Elemente, wie sie Aristoteles aufgestellt hatte, strich er also außer dem Feuer noch die Erde weg, die seiner Meinung nach nie als Element in organischen Körpern enthalten ist, sondern die ebenso ein Erzeugniß des Wassers ist, wie andere Stoffe, und nach ihm sich auch in Wasser verwandeln läßt (das wie? ist nicht angegeben). »Cur autem terram non inter primaria elementa, licet initio simul creatam, existimem, causa est, quod tandem convertibilis sit in aquam,« ist sein bestimmter Ausspruch über diesen Gegenstand. Hinsichtlich dessen, ob die Luft als Element

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

van Helmont's Ansichten.

anzusehen sei, findet sich seine Ansicht nirgends klar ausgesprochen. Es scheint, daß er die Luft als einen Elementarbestandtheil anerkannt hat, insofern er ihre gänzliche Unabhängigkeit vom Wasser nachzuweisen strebte, und namentlich darin von den Anhängern des Aristoteles abwich, daß er ausdrücklich erklärte, eine Verwandlung von Wasser in Luft und umgekehrt könne nie stattfinden; Wasserdämpfe seien keine Luft, und Luft werde nie durch Verdicken zu Wasser.

Die auf van Helmont zunächst folgenden Chemiker haben wenig über die Elementarbestandtheile uns hinterlassen. Glauber's Sinnen war zu sehr auf das Praktische gerichtet, als daß er diese damals noch theoretische Frage besonders berücksichtigt hätte, und Sylvius, der sich so viel in speculative Betrachtungen hinsichtlich der wirksamen Bestandtheile einließ, hat sich gleichfalls über den ersteren Gegenstand nicht ausgesprochen. Die Chemiker jener Zeit, welche sich darüber erklärt haben, hingen meist den alchemistischen Ansichten über die Elemente an; bei einigen finden wir sie erweitert und den Aristotelischen genähert, wie z. B. von Le Fèvre in seinem Traité de la chymie (1660) als Elemente Wasser oder Phlegma, geistiges oder mercurialisches Princip, schwefliges oder öliges Princip, Salz und Erde als Elemente angegeben werden. — Aber jetzt trat Boyle auf, der eigentlich zuerst die Frage nach den Elementarbestandtheilen ganz in dem Sinne auffaßte, wie sie noch jetzt behandelt wird. Er bewies überzeugender, als dies je vor ihm geschehen war, wie unzulässig für die Chemie einerseits die Annahme der vier Elemente des Aristoteles sei, und wie wenig andererseits auch die drei Elemente der Alchemisten uns über die Zusammensetzung der Körper einen vernünftigen Begriff geben können. Es geschah dies vorzüglich in seinem Werke Chemista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica circa spagyricorum Principia, vulgo dicta hypostatica, prout proponi et propugnari solent a turba alchymistarum (1661). Hier bemüht er sich zuerst, die Unzulänglichkeit der früheren Ansichten zu zeigen, und schickt deßhalb voraus Considerationes circa experimenta allegari solita ad adstruendum vel quatuor Elementa peripatetica, vel tria Principia chymica corporum mixtorum. Er weist nach, daß die Elemente des Aristoteles ungenügend sind, daß sie durch die Zerlegung der Substanzen durch Feuer nicht erwiesen werden, wie spätere Naturforscher dafür angeführt hatten, indem sie namentlich

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

in der Verbrennung eine Auflösung der Körper in die vier Elemente, Erde (Asche), Feuer, Luft (Rauch und Gas) und Wasser, erblickten. Er zeigte, wie schwankend diese Ausdrücke sind, daß z. B. die Asche nichts weniger als eine eigentliche Erde ist, und nicht so genannt werden darf. Ebensowenig nahm Boyle die Elemente der Alchemisten an, in deren Benennung er noch viel mehr Schwankendes fand. Den Beweis, den man auch hierfür aus der Einwirkung des Feuers auf die Körper zu führen versucht hatte, bekämpfte er durch die Bemerkung, daß die Hitze keineswegs immer zerlegend wirkt, sondern auch oft Bestandtheile zu neuen Verbindungen vereinigt; die Unzulässigkeit der Annahme, daß namentlich Schwefel, Salz und Quecksilber Elementarbestandtheile seien, bewieß er dadurch, daß er zeigte, wie noch eine Menge anderer Körper mit demselben Rechte Elemente genannt werden können, und wie von den Alchemisten gerade eine sehr unzulässige Annahme statuirt werde, indem nämlich der Schwefel, dessen Begriff sich doch im gemeinen Schwefel am schärfsten wiederfinden müsse, sich auch als eine zusammengesetzte Substanz ansehen lasse (vergl. Schwefel). Boyle's Meinung ging dahin, man solle, ohne sich um die Urbestandtheile der Materie zu kümmern, über welche verschiedene Ansichten zulässig seien, vorzugsweise seine Aufmerksamkeit auf die Bestandtheile richten, welche man wirklich abscheiden könne, die für sich darstellbar seien; wenn diese für die Chemie nicht weiter zerlegbar seien, so solle man sie Elemente nennen, und mit dieser schärferen Begriffsbestimmung komme man weiter, als mit der vagen über die alchemistischen oder Aristotelischen Elemente. Zu einer solchen Abscheidung der Elemente aber führe nicht nur die Einwirkung des Feuers, sondern auch durch andere chemische Operationen lasse sie sich vornehmen, und die auf letzteren Wegen (z. B. durch Operationen auf dem nassen Wege) erlangten Stoffe verdienten gleichfalls den Namen einfacher Bestandtheile: Equidem cum viderimus, naturam alia praeter ignem adhibere cum successu instrumenta posse ad distinctas substantias a corporibus mixtis separandum, quidni aliquam ejusmodi substantiam fecerit natura, vel ars facere possit, quae sit idoneum mixta corpora resolvendi instrumentum, vel aliquam ejusmodi methodum industria humana casuve inveniri posse, qua mediante composita corpora in alias substantias queant resolvi, quam sunt eae, in quas ignis adminiculo dispesci solent. Atque cur istius modi Analysios producta non possint jure non minori componentia corporum, unde emergunt, principia

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

appellari, haud facile quis ostenderit, maxime cum infra planum reddam, substantias, quas Chymici salia, sulphura et mercurios corporum vocare solent, haud ita puras et elementares esse, ut ipsi sibi sumunt atque ut hypothesis eorum postulat. Boyle zeigte weiter, daß man die Zahl der Elemente, im chemischen Sinne genommen, nicht a priori angeben, noch nach irgend einer Annahme beschränken könne.

Boyle's Ansichten stimmen also im Princip vollkommen mit den noch jetzt anerkannten überein. Aus was die Materie im Allgemeinen besteht, ob aus einem oder mehreren Urbestandtheilen, ist den Chemikern zu entscheiden nicht möglich. Aber es giebt Bestandtheile, die, vielleicht aus diesen Urbestandtheilen zusammengesetzt (vergl. seine Ansichten in der atomistischen Theorie), in der Chemie als einfach, d. h. als für die Chemie unzerlegbar, zu betrachten sind; er meint: concedi posse, distinctas illas substantias (die existirenden, darstellbaren), quas concreta communiter vel suppeditant, vel continent, non adeo incongrue posse eorum Elementa vel Principia vocari, und es komme überhaupt mehr darauf an, diese näheren, als die letzten Bestandtheile kennen zu lernen, denn, sagt er anderswo, vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi. — Wie sehr er die Nothwendigkeit fühlte, chemische Elemente von den metaphysischen zu unterscheiden, selbst wenn eine Schlußfolgerung der letzteren Art durch Beobachtungen unterstützt werde, zeigt folgende Stelle: Et si quis dicat, saltem detegere nos posse ingredientia rerum elementaria, in quas substantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo, necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.

Boyle hat uns keine Aufzählung der Stoffe hinterlassen, die er als Elemente betrachtete. Das Feuer hielt er für ein Element, das sogar wägbar sei, und schrieb 1673 experimenta nova, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque (vergl. Oxydation). Den Begriff, den wir jetzt mit der Bezeichnung chemische Elemente verbinden, scheint Boyle außerdem auch unter dem Ausdruck mista prima verstanden zu haben. (Vergl. die Geschichte der chemischen Verbindung in diesem Theile.) Ob er den Schwefel als ein solches mistum primum ansah, steht dahin; er zeigte indeß, daß er sich möglicher Weise auch zusammengesetzter, als mistum secundarium, als aus Schwefelsäure und einem verbrennlichen Stoffe bestehend, betrachten lasse. Die Metalle hielt er gleich-

falls für mista prima, wie er dies namentlich für das Antimon und das Eisen ausspricht; die Möglichkeit, sie unter einander zu verwandeln, erkannte er an. Er bringt verschiedene Citationen anderer Chemiker bei, wonach eine solche Verwandlung statthaben soll, ohne sie zu bestreiten, erzählt selbst eine Verwandlung von Gold in schlechteres Metall, und spricht anderswo die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu aus.

Begründung der neueren Ansicht über chemische Elemente durch Boyle.

Ich habe mich bei Boyle's Ansichten etwas ausführlicher aufgehalten, weil in ihnen die Grundlage der späteren Betrachtungsweise für die Lehre von den chemischen Elementen liegt. Boyle's Meinung darüber wurde nicht gleich angenommen. Die Chemiker, die mit ihm gleichzeitig lebten, konnten sich nicht zu dem Grade von Vorurtheilsfreiheit hinaufschwingen, wie dies bei Boyle der Fall war. Haben sie auch hinsichtlich einiger Hypothesen richtigere Begriffe als ihre Vorgänger, so stehen sie doch noch in den meisten Beziehungen ganz unter dem Einflusse der früheren Meinungen, und ihre Ansichten sind Gemische aus denen der Scholastiker, der Alchemisten und eigenen, manchmal berichtigten, Ideen. Von den mit Boyle gleichzeitigen Chemikern haben wir Kunkel, Becher und N. Lemery zu nennen, die für die Lehre von den Elementen nicht ohne Einfluß gewesen sind, und die uns für das eben Gesagte die besten Belege liefern.

Kunkel's Ansichten.

Kunkel erklärte sich im Allgemeinen gegen die alchemistischen Begriffe über die Urstoffe, besonders in seinen »chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von den chemischen Principiis ꝛc.« (1677), suchte er das Absurde der Annahme darzuthun, daß die organischen Substanzen aus Schwefel, Salz und Queckſilber bestehen In Bezug auf den Schwefel leugnete er gleichfalls, daß er als Bestandttheil an der Zusammensetzung der Metalle Theil nehme, aber darin konnte er sich von vorgefaßten Meinungen nicht losreißen, daß Queckſilber ein Elementarbestandtheil aller metallischen Substanzen sei. Seine Behauptungen stehen überhaupt an Zulässigkeit der Prämissen und an Folgerechtigkeit der Schlüsse weit hinter denen Boyle's zurück.

Becher's Ansichten.

Bei Becher finden wir hinsichtlich der Lehre von den Elementen mehr neue Namen, als richtigere Ansichten, wie sich vorzüglich aus seiner Physica subterranea (1669) ergiebt. Nach ihm sind als einfache Stoffe anzusehen das Wasser und sodann drei besondere Erden, die glasartige (terra lapidea, vitrescibilis, improprie sal dicta, wie er sich ausdrückt), die brennbare (terra pinguis, improprie sulphur dicta) und die mercurialische

Ansichten über die Elemente.

(terra fluida, mercurialis, improprie Mercurius dicta). Die Metalle sind nach ihm sämmtlich Mischungen aus den drei letzteren Erden. Es sind also nur neue Namen für Salz, Schwefel und Queckſilber, die er aufstellte, wie er sich denn auch nach dem Vorgang der Alchemisten aus dieser Zusammensetzung der Metalle ihre Verwandelbarkeit unter einander zu erklären suchte.

Lemery's Ansichten.

In N. Lemery's Cours de chymie (1675) sind, an die Ansichten des Lefèvre erinnernd, fünf Grundstoffe angenommen, das wässerige, geistige, ölige, salzige und erdige Princip. Unter diesen werden Geist, Oel und Salz active Principien genannt, weil sie eigentlich zur Bildung der chemischen Verbindungen Anlaß geben (parce qu'estant en mouvement, ils font toute l'action du mixte). Die anderen heißen passive (parce qu'estant en repos, ils ne servent qu'à arrester la vivacité des Actifs). So machten sich die verschiedenen Chemiker verschiedene, gleich unrichtige Vorstellungen über die Elemente.

Stahl's Ansichten.

Im Anfange des 18. Jahrhunderts begann zuerst Stahl, Boyle's Ansichten in die ausübende Chemie überzutragen, mit einer gewissen Vorsicht, welche sicher die allgemeinere Annahme der naturgemäßeren Ansicht bedeutend erleichtert hat. Stahl verwarf die alten Begriffe und vagen Speculationen nicht ganz und gar; sie finden sich in seinen Schriften vielfach, was z. B. den Gehalt der Metallkalke an erdigen und mercurialischen Bestandtheilen, was den Ursprung aller Säuren von Einer Primitivsäure angeht, aber diese Betrachtungen gaben kein Hinderniß dafür ab, daß Stahl wirklich das, was wir chemische Elemente nennen, klar auffaßte. Er bezeichnete sie als eigenthümliche Körper, und in der Untersuchung dieser eigenthümlichen Körper sind die Vorarbeiten für unsere Kenntnisse der chemischen Elemente enthalten. Den Begriff der entzündlichen Erde, welchen er als Phlogiston schärfer definirte und erweiterte, behielt Stahl als elementaren Bestandtheil bei; ihm reihte er als eigenthümliche Bestandtheile die Körper an, aus deren Vereinigung unter einander oder mit Phlogiston er alle übrigen Substanzen gebildet glaubte. Indem Stahl die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper zwar beachtete, aber doch zugleich die scharfe Untersuchung der letzteren besonders hervorhob, gelang es ihm und noch mehr seinen Nachfolgern, Substanzen als eigenthümliche zu erkennen, die vorher mit anderen verwechselt worden waren, und in jeder dieser Entdeckungen eines neuen eigenthümlichen Körpers war

für die spätere Zeit die Kenntniß eines besonderen chemischen Elementes vorbereitet. Ansichten über die Elemente.

Hier dürfte auch, der chronologischen Berichterstattung gemäß, Boerhave's gleichzeitige Meinung über die Elemente einzuschalten sein, ob er gleich an der Phlogistontheorie keinen näheren Antheil nahm. Die Frage nach den Urstoffen berücksichtigte er sehr wenig, in der Meinung, die Chemie könne doch hierüber keinen Aufschluß geben. Was Boerhave Elementa nennt, sind Bestandtheile der Körper, Boyle's Ansicht, nur Nachweisbares so zu nennen, im Ganzen gemäß, aber doch davon abweichend, daß Boerhave mit diesem Namen selbst solche Bestandtheile bezeichnet, welche er wohl selbst als zusammengesetzte anerkannte. (Vergl. den Abschnitt über chemische Verbindung in diesem Theile.) Boerhave hat darin die richtigere Erkenntniß gefördert, daß er vorzugsweise auf die Untersuchung der nachweisbaren Bestandtheile hinleitete; die Kenntniß der chemisch einfachen Stoffe verdankte aber hauptsächlich ihre Entwicklung der Hervorhebung der eigenthümlichen Stoffe, wie sie Stahl dem eben besprochenen gemäß eingeführt hatte. Boerhave's Ansichten.

Je weiter die phlogistische Theorie und mit ihr die Chemie vorschreitet, um so mehr tritt die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert war man z. B. noch allgemein der Meinung, in allen Metallen sei die erdige Grundlage (welche in den Rückständen nach der Calcination enthalten sein sollte) im Wesentlichen dieselbe; im Anfange des 18. Jahrhunderts glaubte zwar St. F. Geoffroy noch, die Metalle könnten in einander verwandelt werden, aber er bewies doch auch (1709), daß sich aus Eisen, Kupfer, Zinn und Blei nicht dieselbe erdige Grundlage durch Calcination darstellen läßt, sondern daß die so erhaltenen Kalke unter allen Umständen Verschiedenheit zeigen; gegen das Ende jenes Jahrhunderts endlich nannte schon Bergman die Metallkalke geradezu einfache Körper. So gelten um 1770 bis 1780 den Anhängern dieser Theorie als einfache Körper das Phlogiston, das Wasser, die Säure des Schwefels, des Phosphors und ähnliche Körper in dem ihnen bekannten höchst oxydirten Zustande, ebenso die Metallkalke, die Erden, die Alkalien u. s. w. Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

Die Lehre von den chemischen Elementen war somit von den Phlogistikern bis zu dem Grade entwickelt, daß sie fähig war, in einer andern Art, als bisher, in Betrachtung gezogen zu werden. Bis dahin war es

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

nur Zweck und Aufgabe gewesen, als Elementarbestandtheile der Substanzen Körper anzugeben, die auch darin nachweisbar seien; die Phlogistiker hatten diese Aufgabe gelöst; in ihren Ansichten findet sich zuletzt wenig mehr von der früheren Unbestimmtheit der Ausdrücke, mit welcher die Alchemisten den verschiedenartigsten Dingen auf oberflächliche Aehnlichkeit hin gleiche Benennung beilegten, und wodurch deßhalb auch über die Bestandtheile einer Substanz gar kein Aufschluß gegeben war. Namentlich bei den späteren Phlogistikern ist die Angabe für die einfachen Stoffe stets eine so bestimmte, daß über die Art derselben kein Zweifel sein konnte. Wo sie Wasser, wo sie einen bestimmten Metallkalk, eine gewisse Erde oder eine Säure u. s. w. als Elementarbestandtheil einer Substanz angaben, da konnte wenigstens mit Sicherheit daraus geschlossen werden, daß die als Elemente angegebenen Stoffe wirklich aus dieser Substanz darstellbar seien.

So vorbereitet gestaltet sich aber mit der vollkommenen Ausbildung der phlogistischen Theorie und in ihrem Kampf mit der antiphlogistischen die Untersuchung über die Elemente in ganz anderer Art, als früher. Die Ansicht über die chemisch einfachen Stoffe wird nun der Ausdruck der chemischen Theorie. Bis die Lehre von den chemischen Elementen diese letztere Bedeutung erlangte, war sie nur der Ausdruck einiger Kenntnisse in der analytischen Chemie, der empirischen Forschung. Sie repräsentirt aber nun, besonders seit Lavoisier's Aufstellung des antiphlogistischen Systems, schärfer als sonst irgend eine chemische Lehre, die theoretischen Ansichten, deren Discussion sich nun meistentheils um die Frage dreht: ist ein bestimmter Stoff eine Verbindung oder ein Element?

Es kann hier nicht von den Untersuchungen gesprochen werden, wodurch für die einzelnen Stoffe oder für einzelne Gruppen von Körpern die Ansicht hinsichtlich ihrer chemischen Unzerlegbarkeit entwickelt wurde, die noch jetzt beibehalten wird. Die Berichterstattung hierüber werde ich unten bei der speciellen Geschichte dieser Stoffe und Gruppen beibringen. Aber nur im Allgemeinen will ich hier über die Meinungsverschiedenheiten, welche sich seit den Phlogistikern über die chemisch einfachen Stoffe aussprachen, das Wichtigste mittheilen.

Der Streit zwischen den Antiphlogistikern und den Phlogistikern läßt sich als ein Streit darüber ansehen, was Elemente, was Verbindungen sind, ob nach der Meinung der letzteren Phlogiston und Metallkalke und (Schwefel-, Phosphor- ꝛc.) Säuren Elemente sind, oder wie die ersteren be-

haupteten, Sauerstoff, Metalle, Schwefel, Phosphor u. s. w.; ob das Wasser ein Element ist, oder eine Verbindung u. s. w.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert.

Lavoisier's Ansicht über die chemischen Elemente war im Wesentlichen folgende: Es giebt Körper, die wir als einfache ansehen müssen, und deren weitere Zerlegung unwahrscheinlich ist. Dahin rechnete er den Lichtstoff, den Wärmestoff, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Andere Körper betrachtete Lavoisier nicht sowohl als einfache, als vielmehr als unzerlegte, deren Bestandtheile nämlich noch nicht bekannt sind, aber für welche doch Wahrscheinlichkeit da ist, sie bei weiterem Vorschreiten der Wissenschaft kennen zu lernen. Dahin gehören seiner Ansicht nach die Alkalien, die Erden, die Metalle. Die Stoffe, welche mit Sauerstoff verbunden in den unorganischen Säuren enthalten sind, betrachtete Lavoisier als einfache; so den Schwefel, die Kohle, den Phosphor; wir finden hier zugleich hypothetische Elemente angeführt, Bestandtheile von Säuren, welche noch nicht isolirt dargestellt werden konnten, und die Lavoisier als Radicale dieser Säuren bezeichnete. Als chemische Elemente finden wir daher bei ihm weiter angegeben das Radical der Boraxsäure, Salzsäure, Flußsäure u. s. w.

Die Ansichten Lavoisier's bestätigten sich größtentheils in den folgenden Untersuchungen. Körper, die er als unzerlegte aufgestellt, deren wahrscheinliche Zersetzung er aber auch vorausgesagt hatte, wurden zerlegt; so die Alkalien und Erden 1807 durch Davy; das Radical der Boraxsäure wurde 1808 dargestellt durch Gay-Lussac und Thénard, und seine elementare Natur dadurch auch in der Erfahrung nachgewiesen.

Diese Bestätigungen von Lavoisier's Ansichten haben etwas Gemeinsames, welches die meisten Untersuchungen hinsichtlich der Elemente seit der Aufstellung der antiphlogistischen Theorie charakterisirt. Wo nämlich ein bisher für einfach gehaltener Stoff als zusammengesetzt erkannt wird, ergiebt die Zerlegung nicht zwei neue bisher unbekannte Elemente, sondern sie reiht jenen Stoff einer schon bekannten Klasse von Verbindungen an; der eigenthümliche Stoff enthält Ein neues Element, und der Fortschritt der Wissenschaft besteht nur darin, zu zeigen, daß nur ein Theil des eigenthümlichen Stoffes, nicht, wie man bis dahin glaubte, das Ganze dieses Stoffes, ein besonderes Element darbietet.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Ob die Körper, welche nach Lavoisier's Ansichten als einfache zu betrachten sind, oder welche, wie die Metalle, gemeiniglich als unzerlegbar angesehen werden, dies auch wirklich sind, wurde zu verschiedenen Malen bezweifelt Auf die specielle Geschichte der einzelnen Stoffe muß ich wieder verweisen, was Davy's Untersuchungen angeht, ob Schwefel und Phosphor wahre chemische Elemente sind, was Berzelius' frühere Ansichten über die Zusammengesetztheit des Stickstoffes angeht. Im Allgemeinen bestätigte sich stets bei dem Vorschreiten der Wissenschaft, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen ist. Die Versuche, welche hiergegen zu streiten schienen, wurden bald als irrthümlich nachgewiesen; so, um nur eines zu erwähnen, welcher besonders Aufmerksamkeit auf sich zog, die Bildung von Salzsäure und Natron durch die Einwirkung des Galvanismus auf reines Wasser (vergl. Elektrochemie). Viel Aufsehen machte auch bei mehreren Chemikern zu Anfange dieses

Winterl's vermeintliche Elemente.

Jahrhunderts, daß Winterl[1]) die Zusammengesetztheit mehrerer bis dahin als einfach angesehener Stoffe und die Existenz neuer sehr verbreiteter Elemente bewiesen zu haben glaubte. Dieser Chemiker, der mit einer sehr regen Phantasie nur unvollkommene Kenntnisse in der Anwendung der chemischen Hülfsmittel besaß, glaubte schon 1789 mehrere Metalle in noch entferntere Bestandtheile zerlegt zu haben, z. B. das Kupfer in Nickel, Reißblei, Kieselerde und einen unbekannten flüchtigen Stoff. Auf dieser Bahn weiter schreitend, gelangte er bald zu der Ueberzeugung, daß die antiphlogistische Theorie für die Chemie ungenügend sei, da ihr alle allgemeineren Begriffe abgingen, und sie Fragen nach dem allgemeinen Princip der Metalle, des Sättigungsvermögens u. s. w. nicht beantworten könne. Diese allgemeineren Begriffe suchte er durch seine Prolusiones ad chemiam seculi decimi novi (1800) zu geben, welchen 1803 seine Accessiones novae ad Prolusionem suam primam et secundam folgten. Winterl glaubte, daß die Kenntniß der materiell nachweisbaren Bestandtheile in den verschiedenen Substanzen zu einer Erklärung der Eigenschaften der letzteren unzureichend sei; demgemäß nahm er außer ihnen noch imponderable Principien an, begeistende, wie er sie nannte, die gleichfalls in die Bildung der chemischen Verbindungen mit eingehen sollten. Nach ihm sind alle Atome, von was immer für Substanzen, an sich gleichartig und identisch; daß sie

[1]) Joseph Jacob Winterl, Professor der Chemie und Botanik zu Pesth, starb 1809.

doch verschiedene Substanzen bilden, rührt davon her, daß zwei sich einander entgegengesetzte begeistende Principien, das Säure- und das Baseprincip, in ihnen existiren, von deren verschiedenem Intensitätsverhältniß, wo mehr oder weniger vollständige Ausgleichung (Entgeistung) statthat, die verschiedenen Eigenschaften bedingt werden. Von den Substanzen, welche eins dieser begeistenden Principien in hohem Grade haben (den reinen Säuren und den ätzenden Alkalien), können diese unbeschadet der quantitativen Zusammensetzung getrennt werden, und es giebt nach ihm stumpfe Säuren und Alkalien (acida et alcalia fatua), ohne daß der neutrale Zustand durch Mischung mit einem Alkali oder einer Säure hervorgebracht wurde. Die Ausgleichung des Säure- und des Baseprincips ist nach ihm die Ursache der Wärme bei chemischen Verbindungen; das Wasser ist ein Element, welches durch Verbindung mit negativer Elektricität (Baseprincip) zu Wasserstoff (Wasserbase), durch Verbindung mit positiver Elektricität (Säureprincip) zu Sauerstoff (Wasserfäure) wird, u. s. w. — Winterl's Ansichten empfahlen sich mehreren Chemikern der damaligen Zeit durch den Umstand, daß in ihnen der gerade an der Tagesordnung seiende Dualismus mit großer Consequenz durchgeführt war. Leider waren die Experimentaluntersuchungen, welche Winterl zur Stütze seiner theoretischen Ansichten anführte, nichts weniger als geeignet, in ihm den Reformator der Wissenschaft anerkennen zu lassen. So sollte es ihm gelungen sein, Modificationen der Materie darzustellen, die einfacher seien, als alle bis dahin bekannten sogenannten chemischen Elemente, und welche in der Zusammensetzung dieser enthalten seien. Einer dieser Stoffe war die Andronia. Sie sollte bereitet werden aus Salpeter mit Kohle geglüht (Winterl nahm dies in irdenen Tiegeln vor), und gefrieren lassen oder vorsichtige Neutralisation mit einer Säure. Die Andronia, ein weißes Pulver, sollte mit Sauerstoff, Wasser und Säureprincip in verschiedenen Verhältnissen verbunden die Kohlensäure, das Stickgas und die Salpetersäure bilden; mit Wasserstoff aber die Milch, das Eiweiß u. s. w. In verschiedenen Verhältnissen mit Kalk verbunden, gäbe sie Kali oder Kieselerde; das Blei verwandle sie in Baryt, das Kupfer in Molybdän, die Alaunerde in Glycinerde. Lasse man galvanische Elektricität auf sie einwirken, so erhalte man an dem positiven Pol eine Säure, an dem negativen aber Ammonium und eine Säure, die vollkommene Aehnlichkeit mit faulenden organischen Substanzen habe. Die Säure am positiven Pol sei von derselben Art, wie

Winterl's vermeintliche Elemente.

Winterl's vermeintliche Elemente.

die, welche in der zur Bildung der galvanischen Säule angewandten Flüssigkeit enthalten sei. Diese Angaben genügen wohl, um von Winterl's Art der Forschung einen Begriff zu geben; gleich nachdem die Prolusiones erschienen waren, wurden die Versuche von ausgezeichneten Chemikern wiederholt, aber keins der angegebenen Resultate erhalten. Guyton und Chenevix versicherten, bei Befolgung aller angegebenen Vorschriften und fehlerhaften Versuche nur Kieselerde erhalten zu haben. Winterl indeß beharrte auf seinen Ansichten, und schickte der französischen Akademie von ihm selbst dargestellte Andronia zu, damit sich diese von der Richtigkeit seiner Beobachtungen überzeugen könne. Fourcroy, Guyton-Morveau, Berthollet und Vauquelin untersuchten sie, und fanden sie aus Kieselerde mit Kalk, Thonerde, Kali und Eisen verunreinigt bestehend. Ihr Bericht, 1809 abgestattet, machte der ganzen Schwindelei ein Ende.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Gehen wir von diesem verunglückten Versuche, eine Totalreform der Chemie begründen zu wollen, zu den besonneneren und früchtereicheren Untersuchungen über die Einfachheit gewisser Substanzen zurück, so finden wir stets wieder die Frage, ob ein Stoff als einfach oder als eine Verbindung genommen werden müsse, mit den wichtigsten allgemeineren chemischen Problemen verknüpft. Wir erwähnen hiervon nur der Untersuchungen, ob das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten sei, deren endliche Entscheidung für die Theorie der Säuren, der Salze, der Verbrennung ꝛc. in gleichem Grade wichtig war. Spätere Entdeckungen über die chemischen Elemente haben im Wesentlichen keine reformirende Wirkung gehabt; die Auffindung neuer Salzbilder und neuer Metalle vervollständigte nur Gruppen von Elementen, deren Eigenthümlichkeit schon früher dargethan war. Mehr und mehr aber trat mit genauerer Kenntniß der einfachen Körper die Nothwendigkeit hervor, keinen Stoff als einfach anzunehmen, der nicht für sich darstellbar sei; diese Ansicht war es vorzüglich, welche in der Frage über die Zusammensetzung der Salzsäure, über die Einfachheit des Chlors entscheidend einwirkte, welche, der hohen Autorität von Berzelius ungeachtet, dessen frühere Ansicht über die Zusammensetzung des Stickstoffs nicht allgemein annehmen ließ, und welcher nur in den Fällen weniger Rücksicht geschenkt wurde, wo (wie bei dem Fluor) mehrfache Analogie keinen Zweifel über die Existenz eines einfachen Stoffes läßt, den im isolirten Zustande darzustellen noch nicht gelungen ist.

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

Gehen wir jetzt zu der ausführlicheren Betrachtung über, wie ſich die Kenntniſſe über die chemiſche Affinität entwickelten. Die Lehre von der Verwandtſchaft gewann Selbſtſtändigkeit erſt von der Zeit an, wo die Chemie wiſſenſchaftlich behandelt zu werden anfing, wurde alsdann aber auch bald als eine der wichtigſten überhaupt betrachtet. Früher nur hin und wieder gelegentlich bearbeitet, wurden zuletzt die Unterſuchungen über dieſe Kraft die umfaſſendſten in der Scheidekunſt, ſo daß jetzt faſt die ganze Chemie als eine Kette von Anwendungen und Beiſpielen der Lehre von der Verwandtſchaft betrachtet werden kann.

Langſam hat ſich die Kenntniß dieſer Kraft entwickelt, wenig allmälig, mehr ſtoßweiße und in einzelnen, ſcharfgeſchiedenen Epochen; zu verſchiedenen Zeitpunkten machte ſie durch die Beſtrebungen einzelner Männer große Fortſchritte, während ſie dazwiſchen verhältnißmäßig nur wenig gefördert wurde. Die bedeutendſten wiſſenſchaftlichen Namen ſtehen in Verbindung mit dieſen Unterſuchungen; die Urſache der Verwandtſchaftskraft darzuthun, ſie auf andere bekannte Kräfte zurückzuführen, haben ſich die ausgezeichnetſten Naturforſcher bemüht; und iſt auch die Wiſſenſchaft in dieſer Beziehung, was die Urſache der Verwandtſchaft angeht, noch jetzt nicht aufgeklärt, ſo ſind doch durch die hierauf gerichteten Beſtrebungen die Bedingungen, unter welchen, die Geſetze, nach welchen dieſe Kraft wirkt, ſo vollſtändig erkannt, daß ſie die Grundlage, den Inhalt unſerer heutigen Chemie ausmachen.

Die hiſtoriſche Unterſuchung der Entwicklung der Lehre von der Affinität führt uns in jene Zeiten zurück, wo die dahin gehörigen Thatſachen

Erkenntniß und Benennung der chemischen Verwandtschaft.

noch nicht unter Einem Gesichtspunkte betrachtet wurden, wo sich nur hin und wieder eine zufällige Erörterung eines Umstandes findet, die uns über die Ansichten, welche man früher hinsichtlich dieser Kraft hegte, Aufschluß giebt.

Halten wir vorerst nicht an dem Namen Affinität oder Verwandtschaft fest, sondern betrachten wir überhaupt: wie entwickelten sich die Ansichten über die Kraft, durch welche aus zwei verschiedenartigen Körpern, den Bestandtheilen, eine Verbindung, ein in seinen Eigenschaften von beiden Bestandtheilen verschiedenes homogenes Ganze, gebildet wird?

Die älteste Ansicht, die wir hierüber kennen, und die lange Zeit ihren Einfluß auf die Beantwortung dieser Frage geltend machte, war die, daß wenn zwei Körper sich mit einander vereinigen können, in ihnen Ein gemeinsames Princip enthalten sein muß. Es sprach diese Ansicht schon Hippocrates aus, dessen Leben in das fünfte Jahrhundert vor dem Beginn unserer Zeitrechnung fällt, wenn er als Grundsatz lehrte, Gleiches vereinige sich nur mit Gleichem, und die folgenden Autoritäten im Laufe vieler Jahrhunderte stimmen in dieser Grundansicht über die Ursache, weßhalb Körper unter einander Verbindungen eingehen, mit ihm überein.

Einführung des Namens Verwandtschaft.

Aus dieser Ansicht, aus der Annahme, daß Körpern, die im Stande sind, sich mit einander zu vereinigen, deßhalb auch ein gemeinsamer Bestandtheil inwohnen müsse, rührt denn auch die Bezeichnung Verwandtschaft her. Körper, welche die Fähigkeit haben, mit einander Verbindungen einzugehen, nannte man verwandt; unter dem Bande der Verwandtschaft, dem gemeinsamen Blute, was sie verwandt macht, verstand man das gemeinsame Princip, welches man in ihnen voraussetzte, die Bedingung der Möglichkeit, sich zu einer Verbindung zu vereinigen.

Diese Bezeichnung Affinität, Verwandtschaft für das Vermögen, mit einander in Verbindung zu treten, ist nicht so neu, als man gewöhnlich angiebt. Man hört häufig die Ansicht aussprechen, daß erst mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts dieser wissenschaftliche Ausdruck in die Chemie eingeführt worden sei, daß er zuerst von dem Utrechter Professor J. C. Barchusen [1]) gebraucht worden sei, der in einem zu

---

[1]) Johann Conrad Barchusen war geboren zu Horn in der Grafschaft Lippe 1666; 1698 wurde er Professor der Medicin und Chemie zu Utrecht, und starb hier 1732.

Leyden 1696 erschienenen und später mehrmals wieder aufgelegten Werke, Pyrosophia succincta, Jatrochymiam, rem metallicam et chrysopoeiam breviter pervestigans, dieses Wort gebraucht hat, indem er da, wo er von der Schwierigkeit spricht, gewisse Stoffe durch die Chemie vollständig von einander abzuscheiden, äußert: arctam enim atque reciprocam interse habent affinitatem. Mit diesem Satz soll, der gewöhnlichen Annahme zufolge, der Begriff und Name Affinität in die Wissenschaft eingebürgert worden sein.

Einführung des Namens Verwandtschaft.

Es ist offenbar von wenig Interesse, ob einige Jahre früher oder später der Ausdruck Affinität im chemischen Sinne zuerst gebraucht worden ist; will man indeß dafür ein bestimmtes Jahr gern angeben, so muß man etwas genauer zu Werke gehen. Der Ausdruck Affinität im chemischen Sinne findet sich schon lange vor Barchusen, zwar nicht gewöhnlich, aber auch gerade nicht selten gebraucht, und was das Merkwürdigste ist, im Anfange weit mehr dem entsprechend, wie wir ihn jetzt anwenden, als später, namentlich als zu Barchusen's Zeit. Es wäre verdienstlos, die alten Schriften mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Wort Affinität durchzustudiren, und ich kann hier nur mittheilen, was gelegentlich bei dem Durchlesen solcher Werke sich ergiebt. Interessant ist es, daß bereits Albertus Magnus, der 400 Jahre vor Barchusen lebte, sich des Ausdrucks Affinität bediente. Sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, sagt er in seinem Buche de rebus metallicis (das bereits 1518 gedruckt wurde), bei Gelegenheit, wo er davon spricht, daß Schwefel sich mit allen Metallen, nur mit dem Golde nicht, vereinigen lasse, wenn man ihn auf die schmelzenden Metalle werfe. Bei den nachfolgenden Chemikern finden wir gleichfalls das Wort affinitas noch vor 1696 hin und wieder ganz im chemischen Sinne gebraucht, wenngleich auch noch öfter der auszudrückende Sinn durch eine Umschreibung gegeben wird. So umschreibt z. B. Glauber in seinem 1648 gedruckten Buche: novi furni philosophici, wo er von der Affinität der Kieselsäure zum Kali spricht, in der Art, daß er sagt: »denn Sand und seines Gleichen mit sale tartari eine große Gemeinschaft haben und sich zusammen sehr lieben, also daß keins von dem andern gern will weichen«, aber Sylvius de le Boë braucht schon in einer 1659 erschienenen Dissertation, wo von der Ausscheidung eines Metalls aus seiner Auflösung in Säuren durch ein anderes Metall die Rede ist, ohne Umschreibung den Ausdruck: quoties aliud metallum prae-

Einführung des Namens Verwandtschaft.

dicto acido magis affine additur solutioni. Ebenso drückt sich Boyle in seinem 1661 erschienenen Chymista scepticus aus, wo er von der Wirkung der Salzsäure und des flüchtigen Laugensalzes auf einander spricht: quae duo sibi invicem valde sunt affinia, und auch bei R. Hooke, der in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts schrieb, findet sich schon der Ausdruck affinitas chemica. Wir sehen also schon lange vor 1700, und bis dahin, die Bezeichnungen affinitas und affine in dem chemischen Sinne gebraucht, wie von Barchusen. — Auf die Art, wie man sich hinsichtlich dieser Kraft sonst noch durch Worte verständlich zu machen suchte, werde ich noch mehrfach Gelegenheit haben, zurückzukommen, und dafür charakteristische Stellen anzuführen, namentlich wo ich über das Historische von der Wahlverwandtschaft und der Ursache der Verwandtschaft zu berichten habe.

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Bis hierher steht fast immer der Gebrauch des Wortes Affinität in Uebereinstimmung mit dem, was im Anfange dieses Abschnittes über seinen Ursprung gesagt wurde; der Ausdruck wird nämlich in der Voraussetzung gebraucht, daß die Stoffe, welchen man Affinität zu einander zuschreibt, etwas Gemeinsames enthalten. So ist die Sprachweise des Albertus Magnus: sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, offenbar aus der von allen Chemikern seiner Zeit angenommenen Ansicht hervorgegangen, daß in den reinen Metallen Schwefel enthalten sei, wonach also die Verwandtschaft des gemeinen Schwefels zu den Metallen auf einem gemeinsamen Gehalte an (hypothetischem) reinem Schwefel beruht. In ganz ähnlichem Sinne braucht Barchusen und seine Zeitgenossen den Ausdruck Affinität; Becher, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, hatte als einen der wichtigsten chemischen Grundsätze aufgestellt, daß die Möglichkeit der Vereinigung zweier Stoffe nur auf dem Gehalt beider an einem gemeinschaftlichen Princip beruhe, und bei ihm bedeutet affinis und affinitas stets, was wir jetzt etwa durch analog und Analogie ausdrücken. Es ist hiernach zu jener Zeit dem Begriff Affinität ganz der entgegengesetzte Sinn untergelegt, als welchen wir jetzt damit verbinden. Im 17. Jahrhundert bedeutete noch Verwandtschaft eine Aehnlichkeit, eine Vergleichbarkeit in chemischer Beziehung; zwei Stoffe galten für um so verwandter, je mehr man in ihnen gemeinsames Princip voraussetzte, für je chemisch ähnlicher man sie also hielt, während wir jetzt zwei Stoffen eine um so größere Verwandtschaft zu einander beilegen, eine je größere chemische Unähnlichkeit, ein je entgegengesetzteres chemisches Verhalten wir an ihnen wahrnehmen.

Diese Aenderung in dem Begriff der chemischen Verwandtschaft beginnt etwa mit dem 18. Jahrhundert, und zwar war es hauptsächlich Boerhave, welcher sie vermittelte. In seinem 1732 erschienenen Werke, Elementa Chemiae, findet sich das Wort affinitas, wenn auch nicht als das gewöhnliche, doch öfters gebraucht. Er legt hier namentlich den Lösungsmitteln Affinität bei in Bezug auf die aufzulösenden Stoffe, aber auch das Zusammentreten gleichartiger Körpertheilchen betrachtet er noch als auf Affinität beruhend. Wo er z. B. auf eine nähere Betrachtung der Wirkung der Lösungsmittel auf die zu lösenden Körper, der Wirkung der Verwandtschaft also, eingeht, sagt er: Causa certa requiritur, quae efficit, ut particulae dissolventis a se mutuo recedentes potius petant illas materiae dissolvendae particulas, quam ut in antiqua statione maneant. An non similis ratio exigitur, cum particulae solvendi, jam divulsae per virtutem solventis, sicque jam separatae, potius maneant nunc unitae illis menstrui partibus, per quas solutio facta fuit, quam ut iterum post solutionem peractam, particulae solventes, et solutae, denuo se affinitate suae naturae colligant in corpora homogenea. Boerhave meint aber unter Lösungsmitteln nicht ganz das, was wir jetzt im eigentlichen Sinne des Wortes darunter verstehen; er nennt Lösungsmittel meist solche Stoffe, welche die aufzulösenden Körper chemisch verändern, so z. B. sind ihm Säuren in Bezug auf Metalle Lösungsmittel, menstrua, und den Säuren legt er Verwandtschaft zu den Metallen bei. Diese Körper sind aber offenbar unter einander verschieden, sie haben nichts Gemeinsames, und Boerhave sucht auch geradezu durchzuführen, Verwandtschaft sei auch das Bestreben unähnlicher Körper, sich zu verbinden; ganz im Gegensatz zu der Meinung der vorhergehenden Jahrhunderte, daß Verwandtschaft ausschließlich das Bestreben ähnlicher Körper nach Vereinigung sei. Der Uebergang in der Bedeutung des Wortes Verwandtschaft beruhte also großentheils in der Unbestimmtheit, welche man zu jener Zeit mit dem Worte Lösungsmittel verband. Wenn die Chemiker des 17. Jahrhunderts sagten, Zinn, Silber ꝛc. lösten sich in Quecksilber, Harze in Oelen, weil diese Stoffe verwandt sein müßten, da die ersteren die gemeinsame Eigenschaft des metallischen Zustandes, die letzteren z. B. die des Verbrennlichseins hätten, so verstanden sie unter Lösen etwas Anderes, als wenn Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts die Löslichkeit des Eisens in Salpetersäure gleichfalls auf Rechnung der Verwandtschaft zwischen beiden Körpern setzte. —

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Begriffsbestimmung der Verwandtschaft.

Der Umstand, daß Boerhave's Schriften so sehr verbreitet wurden und fast allgemein die Grundlage des chemischen Studiums waren, trug ohne Zweifel viel dazu bei, dem Worte Affinität die ihm von diesem Chemiker, im Gegensatz zu der früheren Ansicht, untergelegte Bedeutung zu erhalten, wie wir denn jetzt noch es in Boerhave's Sinn nehmen, als die Kraft, welche chemisch verschiedene Körper in Verbindungen zusammenhält.

Von Boerhave's Zeit an wurde auch erst der Ausdruck Affinität oder Verwandtschaft in der Wissenschaft allgemein angewandt. Im Anfange des 18. Jahrhunderts erhoben sich noch Viele, namentlich die Physiker jener Zeit, gegen diesen Ausdruck, indem sie in dem Gebrauche desselben die Anerkennung einer neuen vis occulta fürchteten. In Frankreich besonders waltete zu dieser Zeit Abneigung gegen den Ausdruck Affinität vor, und St. F. Geoffroy, um diese Zeit (1718 und später) eine der bedeutendsten Autoritäten, was chemische Verwandtschaft angeht, vermied den Gebrauch desselben; statt zu sagen: zwei vereinigte Stoffe werden zersetzt, wenn ein dritter dazu kommt, der zu einem der beiden vorigen mehr Verwandtschaft hat, als diese unter sich, drückt er sich aus: wenn er zu einem derselben mehr rapport hat. Von 1730 an etwa ist übrigens die Bezeichnung Affinität oder Verwandtschaft die bei weitem gebräuchlichste, und selbst Bergman's Autorität konnte am Ende des 18. Jahrhunderts die Chemiker nicht bestimmen, diesen nun gewohnt gewordenen Ausdruck aufzugeben, und den von ihm dafür angewandten, bereits von Newton gebrauchten, Anziehung, Attraction, anzunehmen.

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Um die allmälige Ausbildung der Erkenntniß der Verwandtschaftserscheinungen einzusehen, haben wir zunächst darauf vorzugsweise Bedacht zu nehmen, wie die Erfahrungen über die verschiedene Stärke der Verwandtschaft sich entwickelten, und wie man diese zu erklären suchte; da Erfahrungen in dieser Beziehung die ersten waren, aus welchen eine wissenschaftliche Behandlung der Affinitätslehre hervorging. Was die anderen Wirkungen der Verwandtschaft angeht, so werde ich unten, namentlich bei der Betrachtung der Ansichten über die chemische Verbindung, das dahin Gehörige mittheilen.

Wir wollen die Entwickelung der Kenntnisse über die verschiedene Stärke der Verwandtschaft unter zwei abgesonderten Gesichtspunkten abhandeln. Zuerst wollen wir die empirischen Erfahrungen, die man im Laufe der Zeit darüber machte, verfolgen, während eines Zeitabschnittes, wo entweder noch gar keine Theorie darüber bestand, oder wo die aufgestellten theoretischen Ansichten doch nur von untergeordnetem Einflusse auf die Untersuchungen waren. Bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts sind die Bemühungen der Naturforscher, die Verwandtschaftserscheinungen zu erkennen, vorzugsweise auf das Empirische gerichtet; nach dieser Zeit tritt die theoretische Behandlung weit einflußreicher hervor, und wir wollen abgesondert die bis dahin aufgestellten Theorien durchgehen und daran die Betrachtung der weiteren Fortschritte der Affinitätslehre knüpfen.

Da die ganze Chemie auf Verwandtschaftserscheinungen beruht, so mußten natürlich gleich mit den ersten chemischen Operationen Vorgänge bekannt werden, welchen die verschiedene Größe der Verwandtschaft verschiedener Stoffe zu einem dritten zu Grunde lag. Aber erst spät fing man an, die Umstände genauer festzusetzen, wann eine Zersetzung, wann eine

Erkenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft.

Abscheidung erfolgt. Davon, zu welcher Zeit zuerst Erscheinungen, die auf der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft beruhen, beobachtet wurden, kann hier nicht die Rede sein; die ersten metallurgischen Beschäftigungen kann man als die ersten künstlicheren Operationen ansehen, wo die verschiedene Stärke der Affinität praktisch genutzt wurde; aber hinsichtlich des Vorganges bei diesen Operationen wurde lange Zeit in keiner Weise nach theoretischer Erklärung gestrebt, lange findet man nicht einmal eine Bezeichnung der Ursache der dahin gehörigen Erscheinungen versucht. Bei den vielen Experimenten, welche auf den Wirkungen der verschieden großen Affinität beruhen, wurden vor dem 17. Jahrhundert stets nur die Resultate als Facta angegeben, ohne irgend ein Bestreben, den vorgegangenen Proceß zu erläutern. — Als eine der ältesten Operationen, die auf einer einfachen Wahlverwandtschaft beruhen, muß die Methode des Dioscorides (der in dem ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung lebte) genannt werden, das Queckſilber aus dem Zinnober durch Erhitzen mit metallischem Eisen abzuscheiden. Geber im 8. Jahrhundert stellte viele Experimente an, die auf der Wirkung der Wahlverwandtschaft beruhen, gleichfalls ohne diese Kraft irgendwie zu bezeichnen. Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert hat in seinen »Handgriffen« eine Stelle, wo er alle ihm bekannten Fällungen zusammengetragen zu haben scheint, und da die meisten von diesen auf Wirkungen der Wahlverwandtschaft beruhen, so theile ich sie hier mit: »Vitriol schlägt nieder Mercurium vivum, und Sal Tartari das ☉, ♀ und gemein Salz das ☽, ♂ die ♀, eine Lauge von Büchenaschen den Vitriol, Essig den gemeinen Schwefel, ♂ tartarum, und Salpeter den Antimonium.« Hier ist alles mögliche Ungleichartige zusammen unter dem gemeinsamen Namen des Niederschlagens begriffen, einem Ausdrucke, der später vorzugsweise für Erscheinungen, die auf Wahlverwandtschaften beruhen, angewandt wurde. — Angelus Sala im Anfange des 17. Jahrhunderts wußte, daß die Schwefelsäure aus dem Salpeter Scheidewasser austreibt. — So waren eine Menge Erscheinungen bekannt, welche auf der Verwandtschaft beruhen; die Erklärung indeß konnte kaum eher gegeben werden, bevor der Begriff einer chemischen Verbindung festgestellt war. Zu den Thatsachen, die besonders dahin gehören und bald allgemeiner bekannt wurden, gehört namentlich die Fällung eines Metalls aus seiner Auflösung durch ein anderes; die dahin bezüglichen Nachrichten werde ich unten, wo die Metallfällungen ausführlicher erörtert werden sollen,

Aelteste Wahrnehmungen darüber.

mittheilen. Aber nirgends findet sich vor der Mitte des 17. Jahrhunderts eine Andeutung der Ursache dieser Erscheinungen.

Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtschaft.

Glauber spricht zuerst bestimmt davon, daß ein Körper nicht gleiche Neigung habe, sich mit jedem beliebigen andern zu verbinden. Er weiß, daß hier eine Verschiedenheit stattfindet, daß das Bestreben eines Stoffes, sich mit einem andern zu vereinigen, verschieden ist, je nach der Natur des letzteren; daß ein Körper eine Verbindung zerlegen kann, weil er zu einem der Bestandtheile eine größere Verwandtschaft hat, als die Bestandtheile unter sich. Er drückt sich in dieser Beziehung, ohne übrigens sich der Bezeichnung Verwandtschaft je zu bedienen, sehr bestimmt und richtig aus. Sehen wir zuerst, wie seine Ansichten hinsichtlich solcher Erscheinungen sind, die auf einfacher Wahlverwandtschaft beruhen. Glauber weiß, daß Kali, Kalk oder Zinkoxyd in der Hitze aus dem Salmiak das Ammoniak austreibt, und äußert sich in seinem 1648 publicirten Buche novi furni philosophici in folgender Art über die Gewinnung des flüchtigen Laugensalzes. Er sagt, man könne zur Abscheidung des Ammoniaks aus dem Salmiak sich nicht jeder beliebigen Erde bedienen, sondern nur eines der eben angegebenen Stoffe; andere Körper, Bolus, Ziegelerde, Sand z. B. verhielten sich kraftlos, und die Wirkung der vorgeschriebenen Materien beruhe darauf, »weilen der Galmei« (wie auch Kali und Kalk) »solcher Natur ist, daß er große Gemeinschaft mit allen acidis hat, dieselben sehr liebet und auch von ihnen geliebt wird; also henket sich das sal acidum« (die Salzsäure) »in der Wärme an denselben, verbindet sich damit, dadurch das sal volatile« (das Ammoniak) »ledig gemacht und zu einem subtilen spiritu distilliret wird.« Auch bei complicirteren Erscheinungen weiset er nach, wie Fällungen durch Aufhebung früher bestandener und Bildung neuer Verbindungen vor sich gehen. In dem angeführten Werke erklärt er, wie durch Vermischen von Goldsolution und Kieselfeuchtigkeit ein Niederschlag von Kieselerde und Gold(oxyd) entsteht. »Das aqua regis hat durch seine Acidität das sal tartari getödtet und kraftlos gemacht, daß es sein angenommen Kießling oder Sand« (die aufgelöste Kieselerde) »hat müssen fallen lassen; hingegen hat auch das sal tartari bei dem liquore silicum die Schärfe des aquae regis zunichte gemacht, daß es sein angenommenes Gold nicht länger hat halten können; dadurch also zugleich das Gold und Kießling von ihrem solvente erlediget sein.«

Zunahme der Kenntnisse über die einfache Wahlverwandtschaft.

Diese Erklärungsweisen von Glauber sind sehr genügend; von seiner Zeit an finden wir überhaupt die Ansicht mehr angenommen und ausgesprochen, daß irgend ein Stoff sich lieber mit einem gewissen, als mit einem andern verbindet, daß er mit dem letzteren verbunden aus der Verbindung ausscheidet, um sich mit dem ersteren zu vereinigen. Es zeigt dies z. B. die schon oben angeführte Stelle Sylvius de le Boë's vom Jahre 1659, wonach dieser jedesmal eine Ausscheidung eines Metalls aus seiner Auflösung in einer Säure annimmt, quoties aliud metallum praedicto acido magis affine additur solutioni. Vorzüglich berichtigte Ansichten in dieser Beziehung finden sich bei Boyle, und die verschiedenen Grade der Verwandtschaft hatte er in vielen Fällen genau beobachtet und richtig angegeben. So, um nur einige Belege anzuführen, weiß er, daß Kali das Ammoniak aus seinen Verbindungen austreibt, und dies findet nach ihm (Memoirs for the natural history of human blood, 1684) deßhalb statt, weil die Säure zu dem fixen Laugensalz mehr Verwandtschaft hat, als zu dem flüchtigen (being more congruous to the fixed salt than to the volatile). Ebenso weiß er, daß die ätzenden Alkalien die stärkste Affinität haben gegen starke Säuren, und daß, was in den ersteren aufgelöst ist, durch letztere daraus gefällt werden kann; er erklärt so das Ausfällen der Schwefelmilch aus der Schwefelleberlösung. Noch mehr hierher Gehöriges von Boyle will ich verschieben bis dahin, wo von den Bestrebungen die Rede ist, die Ursache der Verwandtschaft zu bestimmen; das eben Mitgetheilte reicht indeß schon hin, um einzusehen, wie klar und richtig Boyle die Affinitätsphänomene aufgefaßt hat. Seine Beobachtungen über die charakteristische, sich unter allen Umständen äußernde, Verwandtschaft, welche gewisse Stoffe zu gewissen anderen zeigen, und wodurch sich diese gegenseitig erkennen lassen, gehören mehr dem Bericht über die Ausbildung der analytischen Chemie an.

Immer mehr erweiterte sich gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die Kenntniß der verschiedenen Stärke der Verwandtschaft einzelner Substanzen zu einander. So erklärte schon der Engländer Mayow, der 1679 starb, daß allgemein die Laugensalze größere Neigung, sich mit den Säuren zu verbinden, haben, als irgend eins der Metalle; die verschiedene Stärke in der Verwandtschaft der Säuren zu den Alkalien und Metallen untersuchte Stahl im Anfange des 18. Jahrhunderts, und fand, daß unter allen Säuren die Schwefelsäure, dann die Salpetersäure, die mächtigsten

seien, welche alle anderen Säuren aus ihren Verbindungen austreiben; und viele andere einzelne Beobachtungen wurden gemacht, welche die Kenntniß der Abstufungen in der Verwandtschaft der verschiedenen Materien zu einander erweiterten.

Aufstellung der Verwandtschaftstafeln.

Ganz besonders wurde die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen Gegenstand gerichtet, als man anfing, in Tafeln die Reihenfolge auszudrücken, in welcher die Verwandtschaft verschiedener Stoffe zu einem und demselben Körper ab- oder zunimmt; diese Verwandtschaftstafeln wurden hauptsächlich durch St. F. Geoffroy, von 1718 an, in die Wissenschaft eingeführt, wo sie lange Zeit ein großes Ansehen behaupteten.

Schon Boyle hatte 1675 darauf aufmerksam gemacht, daß Kupfer, welches Silber aus seinen Auflösungen fällt, seinerseits wieder durch Zink oder Eisen aus seinen Lösungen abgeschieden werden kann; es war damit eine Reihenfolge in der Anziehung der Säuren zu diesen verschiedenen Metallen gegeben. Vollständiger noch hatte Glauber schon 1648 die Reihenfolge angegeben, in welcher die verschiedenen Metalle sich an Neigung übertreffen, mit dem Quecksilber in Vereinigung zu treten. »Wenn in einer Erde Gold, Silber, Kupfer und Eisen wären,« sagt er, »so würde der Mercur erstlich nur das Gold allein zu sich nehmen, hernach das Silber, dann das Kupfer, zuletzt das Eisen ganz ungern, wegen seiner Unreinigkeit; Zinn und Blei zwar auch gern, am allerliebsten aber das Gold.« — Stahl hatte schon im Anfange des 18. Jahrhunderts verschiedene solcher Verwandtschaftsreihen ziemlich vollständig durch Versuche bestimmt; so z. B. die des Schwefels in Bezug auf die Metalle, indem er zusammenstellte, daß der Schwefel durch Antimon vom Quecksilber, durch Blei vom Silber, durch Kupfer vom Blei, durch Eisen vom Kupfer abgeschieden werde; ebenso die der verschiedenen Metalle zu Säuren im Allgemeinen, wo er als die Reihenfolge, in welcher die Anziehung der Metalle zu den Säuren abnimmt, folgende angab: Zink (wird, wie er sich ausdrückt, am leichtesten von scharfen Salzen angegriffen, nächst ihm das) Eisen, Kupfer, Blei und Zinn, Quecksilber, Silber. Für die Verwandtschaft der Säuren zu Alkali gab er an, daß Vitriolöl die Salpetersäure, Salpetersäure die Salzsäure austreibt. — Ganz im Geist jener Zeit also lag es, die Verwandtschaften der Körper unter einander allgemein in Form von Reihen darzustellen, und in St. F. Geoffroy's Tabellen findet sich dies auf eine für die damalige Zeit sehr vollständige und erschöpfende Art ausgeführt.

Geoffroy's Verwandtschaftstafeln.

St. F. Geoffroy publicirte zuerst 1718 in den Denkschriften der Pariser Akademie Verwandtschaftstafeln, in einer Einrichtung, welche lange Zeit unverändert beibehalten wurde. Er sprach damals zuerst auch den Satz der einfachen Wahlverwandtschaft aus: toutes les fois, que deux substances, qui ont quelque disposition à se joindre l'une avec l'autre, se trouvent unies ensemble; s'il en survient une troisième, qui ait plus de rapport avec l'une des deux, elle s'y unit en faisant lacher prise à l'autre. Die von ihm zugleich mitgetheilten Verwandtschaftstafeln dienten als Beispiele und Belege zu diesem Satze. Jede Tafel bestand aus einer Columne, welche überschrieben war mit dem Namen irgend eines Stoffes. In der Columne selbst waren die Körper, welche zu diesem Stoffe Verwandtschaft haben, in der Reihenfolge angeführt, wie ihre Verwandtschaft zu ihm abnimmt, so daß also immer ein später genannter Stoff dem in der Aufschrift genannten weniger verwandt ist, als ein früher genannter, und daß jede Verbindung, bestehend aus dem in der Aufschrift genannten Körper und einem in der Columne genannten, zersetzt wird durch jeden dem letzteren in der Reihenfolge der Columne vorhergehenden. Von den sechszehn Verwandtschaftstafeln, welche Geoffroy 1718 unter der Bezeichnung tables des rapports bekannt machte, will ich folgende als die interessantesten hier einrücken.

Säuren im Allgemeinen.	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Schwefel.
Fixes Alkali	Oelichtes Princip [1])	Eisen	Zinn	Fixes Alkali
Flüchtiges Alkali	Fixes Alkali	Kupfer	Antimon	Eisen
Absorbirende Erden	Flüchtiges Alkali	Blei	Kupfer	Kupfer
Metalle	Absorbirende Erden	Queckfilber	Silber	Blei
	Eisen	Silber	Queckfilber	Silber
	Kupfer		Gold	Antimon
	Silber			Queckfilber
				Gold

[1]) Unter ölichtem Princip (principe huileux) versteht Geoffroy das Phlogiston.

Geoffroy's Verwandtschaftstafeln.

Fixes Alkali.	Flüchtiges Alkali.	Absorbirende Erden.	Metalle.	Quecksilber.
Schwefelsäure	Schwefelsäure	Schwefelsäure	Salzsäure	Gold
Salpetersäure	Salpetersäure	Salpetersäure	Schwefelsäure	Silber
Salzsäure	Salzsäure	Salzsäure	Salpetersäure	Blei
Essig			Schwefel	Kupfer
Schwefel				Zink
				Antimon

Diese Art, die verschiedene Stärke der Affinität verschiedener Stoffe zu Einem bestimmten auszudrücken, wurde bald sehr beliebt. Die ursprünglichen Tafeln St. F. Geoffroy's wurden bald verbessert und erweitert, durch ihn selbst schon 1720, und bald wurden in Frankreich und Deutschland unzählige Berichtigungen und Erweiterungen versucht. Besonderes Ansehen unter der großen Menge von Verwandtschaftstafeln, die im Laufe des 18. Jahrhunderts erschienen, genossen nach denen Geoffroy's in Frankreich die, welche Grosse 1730 herausgab, die von Limburg, welche von der Pariser Akademie 1758 als Preisschrift gekrönt und 1761 publicirt wurden, die von Demachy 1774; in Deutschland die von Gellert 1750, von Marherr 1762, von Wenzel 1777, bis endlich in allen Ländern die von Bergman 1775 publicirten als die vollständigsten und richtigsten allgemein anerkannt wurden. Die Behandlungsweise, welche Bergman auf die Lehre von der Verwandtschaft anwandte, unterschied sich in vieler Beziehung von der seiner Vorgänger; seine Untersuchung umfaßte viel mehr alle einzelnen Umstände, von welchen die Art des Erfolgs, von welchen die Wirkungen der Verwandtschaftskraft abhängen; namentlich beachtete er genauer, als dies je vor ihm geschehen war, den Einfluß der Wärme auf die Verwandtschaft, und gerade dies war es, was seine Arbeiten über die Affinität von allen früheren unterscheidet. Bevor wir die Verwandtschaftstafeln von Bergman selbst näher betrachten, wollen wir untersuchen, wie sich die Kenntnisse über die Abänderung der Verwandtschaftsgröße durch die Wärme allmälig entwickelte.

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

Die Verwandtschaftsreihe verschiedener Körper zu Einem bestimmten zu untersuchen, erfordert eine Reihe von Beobachtungen, welche, unter denselben Umständen angestellt, vergleichbare Resultate geben. Die Körper, deren Verwandtschaft zu einander untersucht, oder deren verschieden große Ver-

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

wandtschaft zu einem dritten verglichen werden soll, müssen in Zuständen mit einander in Berührung gebracht werden, wo sich ihre chemischen Wirkungen ungehindert äußern können; man muß sie allgemein im flüssigen Zustande auf einander einwirken lassen. Es kann dies geschehen durch Auflösen oder durch Schmelzen; im ersteren Falle werden Verwandtschaftserscheinungen bei gewöhnlicher, oder doch davon nur wenig abweichender, Temperatur beobachtet, im letzteren bei erhöhter. Um die ersten Verwandtschaftstafeln zu construiren, wurden beide Wege angewandt; die Verwandtschaftsreihe der Säuren zu den Alkalien, Erden oder Metallen bestimmte St. F. Geoffroy, indem er diese Körper in Auflösungen zusammenbrachte (also für gewöhnliche Temperatur); die Verwandtschaftsreihe des Schwefels zu den Metallen, indem er in der Hitze Metalle auf Schwefelmetalle einwirken ließ, und die dabei eintretenden Zersetzungen beobachtete (wo er Resultate für sehr erhöhte Temperatur erhielt). Die auf so verschiedenen Wegen gewonnenen Resultate hielt man für vergleichbar, weil man zu jener Zeit nur selten versucht hatte, dieselben Stoffe bei sehr verschiedenen Temperaturen auf einander einwirken zu lassen, und zu sehen, ob deßungeachtet derselbe Erfolg eintrete. Man vernachlässigte ganz, daß die verschiedenen Verwandtschaftsreihen unter sehr verschiedenen Umständen erhaltene Resultate waren; man vernachlässigte zu untersuchen, ob jede Verwandtschaftsreihe bei jeder Temperatur dieselbe ist.

Beobachtungen, aus welchen ein Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Affinitätsgröße hervorging, waren indeß schon früher bekannt. Daß namentlich die Wärme einen entschiedenen Einfluß auf die Aeußerung der Verwandtschaft ausübt, daß viele chemische Wirkungen, welche Folge von Verwandtschaft sind, erst bei erhöhter Temperatur eintreten, war so lange bekannt, als irgend chemische Operationen angestellt worden waren. Aber auch in der Beziehung, daß die Wärme nicht allein die Verwandtschaftsäußerungen hervorrufend, sondern auch die Stärke der Verwandtschaften in verschiedenem Grade bedingend wirkt, waren, wenn auch später, doch verhältnißmäßig schon früh, Erfahrungen gemacht, allein man schenkte ihnen keine Aufmerksamkeit, wenigstens zog man aus ihnen nicht die Folgerung, daß jede Verwandtschaftsreihe nur für Eine Temperatur richtig ist. — Schon Stahl, der überhaupt die Verwandtschaftserscheinungen richtiger beobachtete, als alle seine Vorgänger und die meisten seiner unmittelbaren Nachfolger, hatte den Einfluß der Temperatur auf den Erfolg chemischer

Zersetzungen wohl bemerkt; er hatte beobachtet, daß die Verwandtschaftserscheinungen bei niederer Temperatur manchmal gerade den bei höheren Wärmegraden eintretenden entgegengesetzt sind. So beschreibt er z. B. genau, wie in der Kälte das Kalomel durch Silber zerlegt wird, während in der Hitze das Hornsilber durch Queckfilber zerlegt wird. In seiner Schrift »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß sie aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen«, welche 1738 publicirt wurde, läßt er sich darüber folgendermaßen aus: »Wenn man mercurium sublimatum dulcem in eine solutionem argenti legt, so fällt das Silber als eine cornua zu Boden, das aqua fort aber greift dagegen das Queckfilber an. — — Nun nehme ich frisches laufendes Queckfilber — —; dieses mische ich unter jene lunam cornuam und gebe ihm gebührlich Feuer; so steigt mir wieder ein mercurius dulcis auf, wie er zuerst dazu gebraucht gewesen. Nun hatte gleichwohl in der ersten Arbeit das Silber von dem mercurio dulci sein Salzwesen« (die Säure) »übernommen, — — wenn aber eine kleine anderweitige Vorbereitung« (die Wärme) »dazwischen kommt, so kehrt sich das ganze Blatt um, und das Silber wirft ihm das vorher angehängte acidum salis wieder auf den Leib, so gar, daß er sich wieder damit auf und davon packen muß.« Solche Erfahrungen, die bald sich vervielfältigten, ließen einsehen, daß die auf der verschieden großen Verwandtschaft der Körper unter einander beruhenden Zersetzungen von der Temperatur abhängig sind, daß bei verschiedenen Temperaturen die Zersetzungserscheinungen bei denselben Körpern geradezu entgegengesetzt sein können. Der französische Chemiker Baumé schlug deßhalb um 1773 vor, die Verwandtschaftsreihe auf nassem Wege von der auf trocknem Wege zu unterscheiden, unter ersterer die zu verstehen, welche Körper in wässerigen Auflösungen zeigen, also die für mittlere Temperatur gültigen, unter letzterer die, welche geschmolzene Körper zu erkennen geben. Es wurden hiernach für jeden Stoff zwei Verwandtschaftstafeln nöthig, eine für das Verhalten der anderen Körper zu diesem Stoffe für die Operationen auf nassem Wege, eine andere für die Operationen auf trocknem Wege. Die Zahl der nöthigen Versuche, um Verwandtschaftstafeln zu construiren, wurde hiernach bedeutend vergrößert, und da zugleich stets die Anzahl der bekannten Körper wuchs, für welche die Verwandtschaftsreihen zu kennen von Interesse war, so mußte der Versuch, gegen das Ende des 18. Jahrhunderts vollständige Verwandtschaftstafeln

Erkenntniß des Einflusses der Wärme auf die Wahlverwandtschaft.

aufzustellen, eine der großartigsten Bemühungen sein, der sich nur ein äußerst ausdauernder und geschickter Chemiker unterziehen konnte. Einen solchen Versuch, für die damalige Zeit an Wichtigkeit etwa damit vergleichbar, was in unserer Zeit eine vollständige Revision aller Atomgewichte und Formeln sein möchte, unternahm von 1775 an der berühmte schwedische Chemiker Bergman, und das Verdienst der Ausführung wurde durch nichts besser anerkannt, als dadurch, daß bis zum Anfange dieses Jahrhunderts seine Arbeiten, seine Ansichten über Affinität unbestritten die angenommenen blieben.

Bergman's Verwandtschaftstafeln.

Bergman, auf dessen Ansichten ich noch einmal bei der historischen Betrachtung der Theorien über die Ursache der Verwandtschaft zurückkommen werde, ging von dem Satze aus, daß je zwei Körper, seien sie welche sie wollen, eine Anziehung zu einander haben, welche durch eine Zahl ausgedrückt werden kann, daß aber verschiedene Körper zu einem und demselben andern verschieden große Verwandtschaften haben, was sich dadurch äußert, daß der mehr verwandte Körper den weniger verwandten aus der eingegangenen Verbindung ausscheidet. Die Verwandtschaftsgröße in Zahlen ausgedrückt zu bestimmen, gelang Bergman nicht; er gab, wie Geoffroy, nur die Reihe, in welcher die verschiedenen Körper an Verwandtschaft zu einem dritten abnehmen; die Tafeln sind also für jede Säure z. B. so construirt, daß alle Alkalien, Erden und Metalle darunter in der Reihe geordnet sind, wie sie an Verwandtschaft zu der Säure abnehmen, sodaß jedes darin vorkommende Alkali, Erde oder Metall alle folgenden aus ihrer Verbindung mit der Säure abscheidet, selbst aber durch jedes vorhergehende aus seiner Verbindung mit der Säure abgeschieden wird. Für 59 Stoffe (Säuren und Basen) stellte Bergman vollständige Verwandtschaftstafeln auf; für jeden dieser Stoffe in zwei Columnen, wovon die eine die Verwandtschaftsreihe für niedere Temperaturen angab, für Operationen auf nassem Wege, wo die verschiedenen Stoffe in Auflösungen auf einander wirken, — die andere die Verwandtschaftsreihe für höhere Temperaturen zeigte, wo auf trocknem Wege, durch Erhitzen, operirt wird. Von seinen 59 Verwandtschaftstafeln will ich hier vier mittheilen:

Bergman's Verwandtschaftstafeln.

Schwefelsäure		Salzsäure	
auf nassem Wege	auf trocknem Wege	auf nassem Wege	auf trocknem Wege
Baryterde	Phlogiston	Baryterde	Phlogiston
Kali und Natron	Baryt	Kali und Natron	Baryterde
Ammoniak	Kali	Kalkerde	Kali
Thonerde	Natron	Bittererde	Natron
Zinkoxyd	Kalkerde	Ammoniak	Kalkerde
Eisenoxyd	Bittererde	Thonerde	Bittererde
Bleioxyd	Metalloxyde	Zinkoxyd	Metalloxyde
Kupferoxyd	Ammoniak	Eisenoxyd	Ammoniak
Queckſilberoxyd	Thonerde	Bleioxyd	Thonerde
Silberoxyd		Kupferoxyd	
		Wismuthoxyd	
		Queckſilberoxyd	
		Silberoxyd	

Kali		Schwefel	
auf nassem Wege	auf trocknem Wege	auf nassem Wege	auf trocknem Wege
Schwefelsäure	Phosphorsäure	Blei	Kali und Natron
Salpetersäure	Borarsäure	Zinn	Eisen
Salzsäure	Arsenikſäure	Silber	Kupfer
Phosphorsäure	Schwefelsäure	Queckſilber	Zinn
Arsenikſäure	Salpetersäure	Eisen	Blei
Eſſigsäure	Salzsäure	Kali und Natron	Silber
Borarsäure	Eſſigsäure	Ammoniak	Nickel
schweflige Säure		Kalkerde	Wismuth
Kohlensäure		Oele	Queckſilber
		Aether	

Dieſe Beiſpiele mögen genügen, um zu zeigen, in welcher Art Bergman alle einzelnen Vorgänge der Verwandtſchaft unter allgemeine Ueberſichten zu bringen ſuchte. Der äußere Ausdruck, wie er die Affinitätserſcheinungen darſtellte, blieb allgemein angenommen bis an den Anfang unſers Jahrhunderts; in dem letzten Viertel des vorhergehenden war es ebenſo wichtig, bei der Unterſuchung eines jeden neu entdeckten Stoffes die Verwandtſchaftsreihe für denſelben zu beſtimmen, wie jetzt das Atomgewicht deſſelben eine unumgänglich nöthige Angabe für die chemiſche Cha-

rakteristik ist. So z. B. gab Lavoisier 1782 eine Verwandtschaftstafel der Metalle in Bezug auf den Sauerstoff. Die Wichtigkeit solcher Verwandtschaftstafeln wurde erst in Zweifel gezogen, als Berthollet die ganze Lehre von der Affinität einer Revision unterwarf, und Ansichten aufstellte, welche den Bergman'schen geradezu widersprachen. (Vergl. unten die Berthollet'sche Lehre.)

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

Wir haben in dem Vorstehenden die Entwicklung der Kenntnisse über diejenigen Affinitätserscheinungen verfolgt, welche man als Wirkungen der einfachen Wahlverwandtschaft zu bezeichnen pflegt; wir wollen nun dazu übergehen, wie die Phänomene der doppelten Wahlverwandtschaft nach und nach erkannt wurden. Unter diesem Ausdrucke unterschied die Verwandtschaftserscheinungen zuerst Bergman 1775, welcher die Bezeichnungen attractio electiva simplex, duplex und multiplex einführte und erklärte. Doch waren Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft schon viel früher bekannt und richtig aufgefaßt worden; zuerst auch wieder von Glauber. Wo er in dem öfters angeführten Werke novi furni philosophici (1648) von der Wirkung des Schwefelantimons auf Queckſilbersublimat bei erhöhter Temperatur spricht, zeigt er den Vorgang der Bildung von Zinnober und Antimonbutter folgendermaßen: »Wenn der mercurius sublimatus mit antimonio« (Schwefelantimon) »vermischt die Hitze empfindet, so greifen die spiritus, welche bei dem mercurio sublimato sein, den antimonium lieber an, und lassen also den mercurium wieder fallen, und steigt also ein dick oleum über; der sulphur antimonii aber conjungirt sich mit dem mercurio vivo, und giebt einen Zinnober, welcher im Hals der Retorte bleibt.«

Wir finden also schon bei Glauber vollkommne Einsicht in den Vorgang, der bei Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft stattfindet. Viele einzelne Fälle, die darauf beruhten, wurden bekannt, aber das Complicirtere des Vorgangs verhinderte, über die Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaft ebenso allgemeine Uebersichten aufzustellen, als es für die der einfachen in den Verwandtschaftstafeln möglich war. Selbst Bergman stellte für diese Fälle keine umfassenderen Uebersichten auf, sondern begnügte sich in seinem Werke über die Verwandtschaft in 64 einzelnen Beispielen die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft anzugeben, und den Vorgang in der Art allgemein zu erläutern, daß hier nicht

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

nur die einzelnen Verwandtschaftsgrößen der verschiedenen Stoffe zu einander zu berücksichtigen seien, sondern die Summe der eine Zersetzung hervorrufenden Affinitäten, verglichen mit der Summe der Verwandtschaftsgrößen, welche den bereits in Verbindung gewesenen Bestandtheilen unter einander zukommt. Erst Guyton de Morvean unternahm es 1786, auch diese Erscheinungen der damals beliebten tabellarischen Form zu unterwerfen. Sein Endzweck dabei war, den Hergang bei solchen Zersetzungen dadurch anschaulich zu machen, daß er für die sich zersetzenden Verbindungen die Größe der Verwandtschaft aller darin enthaltenen Bestandtheile zu einander durch Zahlen ausdrückte, welche empirisch, durch Tatonniren, so gewählt waren, daß die Summe der Verwandtschaften der Bestandtheile in den nach der Zersetzung sich bildenden Verbindungen größer ist, als die Summe der Verwandtschaft der Bestandtheile in den vor der Zersetzung bestanden habenden. Er gab folgende Tabelle für die Affinitätsgröße zwischen den nachbenannten Säuren und Basen.

	Schwefelsäure.	Salpetersäure.	Salzsäure.	Essigsäure.	Kohlensäure.
Baryt	66	62	36	29	14
Kali	62	58	32	26	9
Natron	58	50	28	25	8
Kalk	54	44	20	19	12
Ammoniak . . .	46	38	14	20	4
Bittererde . . .	50	40	16	17	6
Thonerde	40	36	10	15	2

Der Nutzen dieser Tafel, welche ihrem Verfasser wegen der Menge der zu berücksichtigenden Beobachtungen und des unsichern Tastens in der Wahl der Zahlen viele Mühe gekostet haben mag, blieb immer sehr eingeschränkt. Sie konnte höchstens dazu dienen, eine Vorstellung zu geben, in welcher Art die Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft vor sich gehen, ohne daß die Zahlen selbst als Maaß der Affinitäten zu betrachten waren. So z. B. konnte man mittelst der angegebenen Zahlen deutlich machen, weßhalb bei Vermischung von essigsaurem Baryt mit schwefelsaurem Kali eine Zersetzung eintritt, und schwefelsaurer Baryt und essigsaures Kali gebildet wird. Die Summe der Affinitäten, womit die beiden ersteren Salze zusammengehalten werden, ist $29 + 62 = 91$; die Summe der

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtschaft.

Affinitäten aber, womit sich die beiden letzteren Salze zu bilden suchen, ist $66 + 26 = 92$; die Affinitäten, welche die Bildung neuer Verbindungen veranlassen, sind also stärker als die, welche die bisher bestandenen Verbindungen zusammenhalten; es muß also Zersetzung eintreten. — Aber daß die angegebenen Zahlen nicht in jeder Beziehung der Erfahrung entsprechen, vielmehr mit ihr im Widerspruch stehen, ergiebt sich bei einiger Prüfung leicht, und man sah bald ein, daß auf diese Art sich keine allgemeine Uebersicht und Erklärung der bei Erscheinungen der doppelten Wahlverwandtschaften wirksamen Affinitätsgrößen aufstellen läßt.

Wir sehen nun, gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts, die empirische Erkenntniß der Affinitätserscheinungen und die empirische Zusammenstellung derselben unter allgemeineren Formen so weit vorgeschritten, daß wir den Zustand unserer jetzigen Erfahrungen darüber ungezwungen daran anreihen können. Zu dem genannten Zeitpunkt waren also bereits, was Wahlverwandtschaftsphänomene angeht, die verschiedenen Kategorien, unter welche diese zerfallen, erkannt und unterschieden; die von da an gemachten Erfahrungen haben die Zahl der Beispiele vermehrt, ohne zur Aufstellung einer neuen Eintheilung Anlaß gegeben zu haben, wie denn überhaupt die späteren Untersuchungen über Affinität sich hauptsächlich mit den Ursachen der Affinitätserscheinungen beschäftigt haben und mit der Erforschung der Wirkungen dieser Kraft, was die Gewichtsverhältnisse der vermöge ihrer sich zu chemischen Verbindungen vereinigenden Körper angeht.

Erkenntniß anderer Arten der Verwandtschaft.

Ehe wir zu der Betrachtung übergehen, welche theoretische Ansichten auf die im Vorstehenden angeführten Erfahrungen angewandt wurden, wollen wir noch untersuchen, wann einige andere Verwandtschaftserscheinungen, die als besondere Arten der Affinität unterschieden wurden, zuerst beobachtet und als eigenthümlich erkannt wurden.

Affinitas aggregatorum und mixtionis.

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts unterschied man eine affinitas aggregatorum von der affinitas mixtionis oder der eigentlichen chemischen Verwandtschaft; unter der ersteren verstand man die Anziehung zwischen den einzelnen (unter sich homogenen) Theilchen desselben Körpers, und die Benennung war somit eine sehr uneigentliche; was die letztere, die affinitas mixtionis angeht, so wurden bei erweiterter Erfahrung bald Fälle bekannt, welche zur genaueren Bezeichnung einzelner Arten derselben hinleiteten.

Schon 1727 unterschied der kursächsische Bergrath Joh. Friedr.

Henkel von der Verwandtschaft im Allgemeinen, vermöge deren sich zwei verschiedene Körper zu einem eigenthümlichen Ganzen vereinigen, den speciellen Fall, wo ein Körper A mit einem andern B zwar nicht unmittelbar vereinigt werden kann, aber doch mittelst Beihülfe eines dritten Körpers C, der zu A und B Verwandtschaft hat. Diesen Fall unterschied er als durch eine eigene Art der Verwandtschaft, die affinitas appropriata, hervorgebracht, und schrieb ein eigenes Buch darüber »de appropriatione« (1727); den Körper C nannte er das corpus approprians. Eine solche affinitas appropriata fände z. B. Statt, wenn man Harze, die an und für sich in Wasser unlöslich sind, in starkem (aber doch wasserhaltigem) Weingeist löst. Der Weingeist ist hier das corpus approprians. — Die meisten Beispiele, welche Henkel angiebt, gehören eigentlich nicht hierher; so führt er das Auflösen der Oele oder des Schwefels in Wasser, welches Kali enthält, an, was mir nach unseren jetzigen Begriffen nicht dahin zu passen scheint. Affinitas appropriata.

Die Unterscheidungen, welche Bergman hinsichtlich der verschiedenen Arten von Verwandtschaft machte, habe ich bereits (Seite 302) erwähnt. Er unterschied 1775 die attractio electiva simplex von der attractio electiva duplex, die einfache und doppelte Wahlverwandtschaft. — Um solche Wahlverwandtschaftserscheinungen zu erklären, bedient man sich noch öfters der Unterscheidung zwischen ruhender und zersetzender Verwandtschaft; diese Eintheilung und Bezeichnung führte Kirwan 1781 ein; er bezeichnete als ruhende Verwandtschaft die Kraft, mit welcher die Bestandtheile einer Verbindung ihrer Trennung widerstehen, als zersetzende oder trennende aber die Kraft, womit ein anderer Körper Einen Bestandtheil dieser Verbindung anzieht und Zersetzung zu bewirken sucht. Einfache — doppelte Wahlverwandtschaft.

Wichtig ist noch die Art von Verwandtschaft, auf welche Macquer 1778 zuerst aufmerksam machte, nämlich die affinité reciproque, affinitas reciproca, die wechselseitige Wahlverwandtschaft, die sich dann zeigt, wenn zwei Stoffe A und B zu einem dritten C beinahe gleich große Affinität haben, so daß unter nur wenig verschiedenen Umständen, z. B. je nach der Temperatur, bald A von C durch B, bald B von C durch A abgeschieden wird. Fälle, welche man hierher rechnen kann, waren schon länger bekannt, wie aus der Seite 299 angeführten Beobachtung Stahl's über die Verwandtschaft des Silbers und des Queckſilbers zur Salzsäure hervorgeht, aber Macquer hat zuerst auf das Eigenthümliche dieser Verwandtschafts- Wechselseitige Wahlverwandtschaft.

erscheinungen aufmerksam gemacht, und die von ihm gegebene Bezeichnung ist immer noch im Gebrauch.

Affinitas producta.

Eine Verwandtschaftsart, deren jetzt seltner, aber doch noch manchmal, als einer eigenthümlichen erwähnt wird, ist die affinitas producta, welche im Jahre 1794 von Gren zuerst hervorgehoben wurde. Er nahm sie für den Fall an, wo eine Materie A zu einem zusammengesetzten Körper B C Verwandtschaft hat, ohne daß A mit B oder mit C vereinbar wäre.

Prädisponirende Wahlverwandtschaft.

Noch mehrere andere eigenthümliche Verwandtschaftsarten wurden zu verschiedenen Zeiten von verschiedenen Gelehrten aufgestellt, ohne daß es indeß der Mühe werth wäre, sie sämmtlich hier aufzuzählen. Nur Eine davon, welche noch immer als eigenthümlich anerkannt wird, habe ich noch anzuführen, die prädisponirende Wahlverwandtschaft nämlich. Fourcroy und Vauquelin unterschieden zuerst eine affinité disposante, die nach ihrer Definition dann statthat, wenn ein Körper chemische Action ausübt durch Affinität zu einer Verbindung, die nicht schon gebildet, sondern nur ihren entfernteren Bestandtheilen nach in dem Gemische vorhanden ist. Obgleich zu verschiedenen Zeiten eingewandt wurde, daß ein Körper unmöglich Verwandtschaftskraft auf einen andern noch nicht vorhandenen, erst noch durch diese Verwandtschaftskraft zu bildenden, ausüben könne, so wird doch im Allgemeinen das Statthaben einer prädisponirenden Verwandtschaft von den Chemikern noch angenommen.

Soweit hatte sich bis zu dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts die empirische Kenntniß und Auffassung der Verwandtschaftserscheinungen herangebildet. Bis zu dieser Zeit bildet die empirische Bearbeitung die Hauptrichtung in der Erforschung dieser Erscheinungen. Von diesem Zeitpunkt an aber greift die theoretische Betrachtungsweise in die Untersuchungen über die Affinität so tief ein, daß, um den weiteren Gang dieser zu verfolgen, wir den aufgestellten theoretischen Ansichten hauptsächliche Aufmerksamkeit widmen müssen. Wie die theoretische Betrachtung sich allmälig entwickelt, wie sie von dem angegebenen Zeitpunkt an in den Untersuchungen über Affinität vorherrscht, mag nun gezeigt werden.

Theorien über die Ursache der Verwandtschaftserscheinungen.

Was die Ursache der Verwandtschaft angeht, so findet sich vor dem 17. Jahrhundert keine Theorie nur irgend deutlich ausgesprochen. Die ältere Meinung, die ich bereits im Vorhergehenden, Seite 286, berührt habe, daß Verwandtschaft auf einer Aehnlichkeit beruhe, die Erscheinungen der Verwandtschaft darauf, daß Gleiches sich mit Gleichem zu verbinden trachte, wurde nie weiter ausgeführt. Die erste Theorie über das Wesen der Verwandtschaft findet sich bei Boyle. Dieser Chemiker huldigte bereits der Ansicht, daß alle Körper aus kleinsten Theilchen bestehen, von deren Anziehung zu einander die Verbindungs- und Zersetzungserscheinungen abhängen. Je mehr Affinität zwei Körper zu einander haben, um so stärker ziehen sich ihre kleinsten Theilchen an, um so näher legen sie sich bei der Verbindung an einander. Wie Boyle sich hiernach die Verwandtschaftsphänomene erklärt, ergiebt sich recht gut aus seiner Darstellung des Vorgangs, wenn Zinnober mit Kali erhitzt wird. Diesen stellt er sich in seinen Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1664 zuerst gedruckt) so vor, as when the corpuscles of sulphur and mercury do by a strict coalition associate themselves into the body we call vermilion, though these will rise together in sublimatory vessels without being divorced by the fire, and will act in many cases as one physical body; yet it is known enough among chymists, that if you exquisitely mix with a due proportion of salt of tartar, the parts of the alcali will associate themselves more strictly with those of sulphur, than these were before associated with those of mercury, whereby you shall obtain out of the cinnabar, which seemed intensely red, a real mercury.

Ansichten über die Ursache der Verwandtschaft.

Boyle's Ansichten.

Boyle's Ansichten. Hiernach war sich Boyle offenbar einer ziemlich ausgebildeten Corpuscular-theorie bewußt, die er (siehe Atomistische Theorie) auch sonst vertheidigte, und leitete die Affinitätserscheinungen von einer Verschiedenheit in der Größe der Attraction der kleinsten Theilchen ab; doch führte er diese seine Ansicht nicht specieller aus. Er äußerte sich noch (in seiner Schrift on the usefulness of experimental philosophy), daß möglicher Weise allen Körpern nur eine und dieselbe ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde liege, und daß die Verschiedenheit, welche wir an ihnen wahrnehmen, nur Folge der ungleichen Größe, Gestalt, der Ruhe oder Bewegung, und der gegenseitigen Lage der Atome sei. (Vergl. noch unten in dem Abschnitt über chemische Verbindungen.) In der Verschiedenheit der Gestalt der kleinsten Theilchen suchte Boyle auch den Grund, weßhalb der eine Stoff durch ein Lösungsmittel angegriffen wird, der andere nicht; so meint er (in den experiments and observations upon colours), die Ursache der Unlöslichkeit des Goldes in Salpetersäure, die doch das Silber auflöst, sei der Umstand, daß die Partikeln der Säure zwar in die Zwischenräume des Silbers eindringen können, aber nicht in die des Goldes.

Becher's Ansichten. Von den auf Boyle zunächst folgenden Chemikern haben wir hier Becher's, N. Lemery's und Stahl's zu erwähnen. Becher bezeichnet die Neigung der Säuren und Laugensalze, sich unter einander zu verbinden, als eine Art Magnetismus, ohne sich näher darüber zu erklären.

Lemery's Ansichten. Lemery erörtert ausführlicher, wie man sich das Entstehen der chemischen Verbindungen daraus erklären könne, daß der eine der Bestandtheile mit feinen Spitzen in die Poren des andern eingreife. Seine Ansichten darüber verdienen hier ihrer Eigenthümlichkeit wegen eine nähere Betrachtung; ich theile deßhalb aus seinem Cours de Chymie (1675) die Theorie der Fällung des Silbers durch Kupfer mit. Er sagt: Quand on met du cuivre dans la dissolution d'argent, l'eau forte quitte l'argent à mesure qu'elle dissout le cuivre. Quelques-uns prétendent expliquer cette précipitation, en disant que comme ces mixtes ont des pores plus accomodez les uns que les autres à la figure des pointes de l'eau forte, elle est en état d'abandonner le prémier pour dissoudre le dernier. Mais il semble que par ce raisonnement il voudraient donner de l'intelligence aux pointes de l'eau forte; car pourquoy ces pointes qui dans la dissolution de l'argent s'estoient embarassées dans les particules de ce métal, et qui les tenaient suspendues, quittent elles ces petits

corps pour aller s'introduire dans le cuivre; c'est ce qu'on ne peut Lemery's Anſichten.
expliquer par cela seul, à moins qu'on ne suppose que l'eau forte soit douée de raison. — Je crois qu'on ne peut mieux éclaircir cette difficulté, qu'en disant que le Phlegme de la dissolution détache des petits corps du cuivre, lesquels nagent dedans la liqueur, et comme ces petits corps rencontrent les pointes de l'eau forte chargée de particules de l'argent, ils les choquent et les ébranlent en sorte qu'ils les rompent, d'où vient la précipitation de l'argent; car les pointes qui le suspendent étant rompues, et le phlegme n'estant pas assez fort pour le soustenir, il doit se précipiter par sa propre pésanteur. Pour ce qui est de la dissolution du cuivre, elle se fait ensuite par la force qui reste à l'eau forte; car quoy que le plus subtile des pointes de ce dissoluant soit rompu, il est encore assez aigu pour pénétrer le plus dissoluble du cuivre, et pour faire l'eau seconde. Ebenſo erklärt er aus der verſchiedenen Dicke der Säurepartikeln, weßhalb Salzſäure in der kalt bereiteten Queckſilberſolution einen Niederſchlag giebt: Le sel ou son esprit, qui est composé de pointes plus grossières ou moins delicates que celles de l'esprit de nitre, tombant sur cette dissolution, il choquera, il ébranlera et il rompra facilement les pointes chargées du corps de mercure, et il leur fera lâcher prise, d'où vient que le mercure se précipite par sa propre pésanteur. Er fügt hinzu: On peut expliquer par ce mesme raisonnement, pourquoy le plomb dissout dans le vinaigre est précipité par l'esprit de vitriol ou par l'esprit de sel.

So erklärte Lemery alle Auflöſungen, alle Fällungen. Keiner ſeiner Zeitgenoſſen führte ſeine Anſichten über das Weſen der Verwandtſchaft ſo conſequent durch wie er; Stahl z. B. ſchließt ſich zwar mehr an Boyle's Stahl's Anſichten.
Vorſtellung an, indem auch er eine Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile bei der Bildung der chemiſchen Verbindung annimmt, allein er geht nicht weiter auf die ſpecielle Anwendung dieſer Anſicht ein.

Der nächſte Gelehrte, welcher die Affinitätserſcheinungen wieder unter einem theoretiſchen Geſichtspunkte genauer betrachtet, iſt Newton[1]), der

1) Iſaac Newton war 1642 zu Woolſthorpe, einem kleinen Dorfe in Lincolnſhire, geboren. Früh entwickelte ſich in ihm ein bedeutendes mechaniſches Talent; die Unterſtützung eines Verwandten ſetzte ihn in den Stand, 1660

Newton's Ansichten. in seinen Opticks (1701 erschienen) mehrere dahin gehörige Fälle berührt. Auch er betrachtet als Ursache derselben Attraction zwischen den kleinsten Theilchen. »Ist das Zerfließen des Weinsteinsalzes,« fragt er in den Opticks, »nicht durch eine Attraction zwischen den salinischen Partikeln und den Wasserdämpfen der Atmosphäre hervorgebracht? Warum zerfließt das gemeine Salz, der Salpeter und der Vitriol nicht, wenn nicht deßhalb, weil ihnen eine solche Attractionskraft abgeht?« So ist es nach Newton Attraction zwischen den Vitriolölpartikeln und den Wasserpartikeln, welche verursacht, daß das erstere das letztere aus der Luft anzieht; es ist die größere Attraction des Vitriolöls zum fixen Alkali, welche macht, daß dadurch aus Salpeter und Kochsalz Säuren ausgetrieben werden. Auflösung findet nach Newton Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Körpers zu denen des Auflösungsmittels mehr Attraction haben, als diese unter sich; die Säuren sind nach ihm Körper, welche mit besonders starker Attractionskraft begabt sind. Dies alles könnte nur als Umschreibung der reinen Erfahrung gelten; wichtiger ist, daß Newton aussprach, solche chemische Attraction zwischen zwei Substanzen habe nie einseitig, sondern immer gegenseitig Statt, und daß er die chemische Attraction von der allgemeinen Anziehungskraft (der Schwerkraft) als verschieden unterschied. Er glaubte namentlich, daß die erstere in einem größeren Verhältniß zunehme bei Verminderung des Abstandes, als die letztere.

St. F. Geoffroy, welcher sich 1718 so viel mit Verwandtschaftserscheinungen beschäftigte, hat hinsichtlich der theoretischen Erklärung derselben nichts geäußert; er blieb nur bei der Erfahrung stehen.

Boerhave's Ansichten. Boerhave, dessen 1732 erschienene Elementa chemiae sonst manches Ausgezeichnete für die Lehre von der Verwandtschaft enthalten (insofern Verwandtschaft die Erscheinungen bei der Vereinigung heterogener Stoffe bedingt, welche er unter der Lehre von den Lösungsmitteln ausführlich bespricht), hat über die Ursache der Verwandtschaft nur wenig mitgetheilt. Das Bestreben der verschiedenen Körper, sich zu vereinigen, schreibt er einer eigenthümlichen ihnen einwohnenden Kraft zu, die er als amor oder amicitia definirt.

---

die Universität Cambridge zu beziehen, wo er sich vorzüglich mathematischen Studien hingab. 1666 ungefähr begann er seine mathematisch-astronomischen Untersuchungen, die ihm den Ruhm eines der ausgezeichnetsten Forscher aller Zeiten gesichert haben. Er wurde 1696 Professor der Mathematik zu Cambridge, 1697 Vorsteher der Münze zu London. Er starb 1727.

Einen ganz mechanischen Vorgang erkennt er bei der Auflösung namentlich nicht an. Non actiones mechanicae, non propulsiones violentae, non inimicitiae cogitandae, sed amicitia, si amor dicendus copulae cupido. Und er hebt noch besonders hervor, daß die Verwandtschaft wechselseitig ist. Nonne evidenter cernitis, sagt er zu seinen Zuhörern, wo von der Auflösung des Goldes in Königswasser die Rede ist, hic inter unamquamque auri, et aquae regiae, particulam, virtutem quandam mutuam, qua auri pars illam, haec vero auri particulam amat, unit, retinet? Ueber die Ursache, weßhalb ein Körper den andern auflöst, drückt er sich nur dunkel aus. Menstrua agunt solo motu, sagt er, und beweist dann, daß die Zertheilung des aufzulösenden Stoffes, welche bei der Auflösung eintritt, keine mechanische und deßhalb auch keine auf mechanischen Ursachen beruhende sein könne. Man könne es zwar Auflösung nennen, wenn eine Kugel von Töpferthon in Wasser gelegt sich darin in höchst feine Theilchen zertheile, wenn das Wasser zum Kochen gebracht werde, und eine solche Auflösung wolle er als mechanische anerkennen, aber das sei doch etwas anderes als eine chemische Auflösung, wo nach dem Erkalten kein Absetzen, keine Zerlegung, stattfinde, wo eine Verbindung stattgefunden habe, die dauernd sei. — Uebrigens scheint sich doch Boerhave's Ansicht der Corpusculartheorie Boyle's zu nähern, wie z. B. auch die oben Seite 289 mitgetheilte Stelle schließen läßt. Indeß ist von ihm nichts Näheres über die Art der Aggregirung der kleinsten Theilchen mitgetheilt, ebenso wenig als in Boyle's Schriften selbst; auch Newton's theoretische Ansichten sind von Boerhave zwar kurz erwähnt, aber nicht anerkannt. Hinsichtlich der theoretischen Ansicht über das Wesen der Verwandtschaft hat also Boerhave nichts Wesentliches den früheren Meinungen hinzugefügt. Boerhave's Ansichten.

Newton's Meinung fand Widerspruch bei Buffon [1]), der die Attraction der Partikeln, welche die Affinitätserscheinungen hervorbringt, als identisch mit der allgemeinen Anziehungskraft, der Gravitation, be- Buffon's Ansichten.

[1]) Georges Louis Leclerc Graf von Buffon, war zu Montbar in Burgund 1707 geboren, wo sein Vater, Benjamin Leclerc, als Parlamentsrath lebte. Nach einer ausgezeichneten Erziehung wandte er sich dem Studium der Geometrie, Physik und Nuralokonomie besonders zu; die Pariser Akademie ernannte ihn 1733 zu ihrem Mitglied. Auf die Naturgeschichte concentrirte Buffon seine Kräfte, nachdem er 1739 zum Intendanten des Jardin des plantes ernannt worden war; von 1749 an datirt die Herausgabe seiner

Buffon's Ansichten. trachtete. Seine Ansichten, wie sie sich in seinen 1778 erschienenen Epoques de la nature dargestellt finden, gingen darauf hinaus, daß die kleinsten Theile der verschiedenen Stoffe eine verschiedene Gestalt besitzen, daß je nach der verschiedenen Gestalt ihre Schwerpunkte sich mehr oder weniger nähern können, und daß hiervon die Verschiedenheit in der Stärke der Verwandtschaft zwischen verschiedenen Körpern abhängt. Nach dieser Ansicht sollte auf die Form der Partikeln alles ankommen, und sogar Gleichheit des Urstoffes bei den Partikeln aller Körper wurde, wie bei Boyle, für möglich erachtet, indem die Verschiedenheit der Gestalt hinreiche, um alle Phänomene zu erklären.

Bergman's Ansichten. Bergman, der von 1775 an sich mit der Untersuchung der Affinität besonders beschäftigte, und durch seine vielfachen Versuche und richtigen Beobachtungen sich hinsichtlich dieses Gegenstandes eine große Autorität erwarb, schloß sich in seinen theoretischen Ansichten mehr an die Vorhergehenden an. Auch er nahm an, daß der Anziehung der Atome zu einander (der Affinität) sehr wohl die allgemeine Schwerkraft zu Grunde liegen könne, daß die Attraction der Atome zu einander aber anderen Gesetzen unterworfen sei, als bei den übrigen Gravitationserscheinungen gültig sind, wegen der verschiedenen Gestalt der Atome und wegen ihrer verschiedenen Stellung. Je nach der verschiedenen Form der Atome zweier Körper und je nach ihrer gegenseitigen Stellung ist nun auch die Attraction zwischen den Atomen dieser beiden Körper, die Affinität, verschieden. Alle Körper haben Attraction zu einander, aber je zwei verschiedene Paare von Körpern äußern diese Attraction in verschiedener Stärke. Unter mehreren Materien wird also nur die eine oder die andere von einer gegebenen dritten Materie zur Verbindung angezogen werden, nämlich die, deren Atome mit den Atomen der dritten Materie durch den gegenseitigen Einfluß der Form und Stellung die größte Attraction hervorbringen — Weil dieser Ansicht gemäß gewissermaßen mit Auswahl angezogen wird, schlug Bergman die Bezeichnung attractio electiva vor, was im Deutschen allgemein mit Wahlverwandtschaft wiedergegeben wurde.

---

großen Histoire naturelle, zu welcher er später noch Supplementbände schrieb, von denen der fünfte (1778 erschienen) die oben erwähnten Epoques de la nature enthält. — Von Ludwig XV. wurde Buffon in den Grafenstand erhoben; er starb 1788.

Nach Bergman ist übrigens die Attraction zwischen den Atomen von zwei gewissen Körpern eine ganz bestimmte Größe, die im Allgemeinen constant ist, so lange nicht andere influirende Umstände, z. B. bedeutende Temperaturerhöhung, eine Aenderung bedingen. Eben weil Bergman die Verwandtschaft zwischen zwei bestimmten Materien für unveränderlich hielt, glaubte er, die Erscheinungen, die bei der Einwirkung verschiedener Körper eintreten, ließen sich mit Gewißheit vorausbestimmen, wenn man alle Attractionen der verschiedenen Materien unter einander der Größe nach kenne. Die relative Größe der Affinität verschiedener Substanzen zu einer dritten bestimmte Bergman nach Geoffroy's Methode durch Zersetzung, so daß eine Substanz, welche eine zweite aus ihrer Verbindung mit einer dritten austreibt, zu dieser dritten mehr Verwandtschaft hat, als die zweite. Auf diese Art erhielt er die schon oben (Seite 301) mitgetheilten Verwandtschafstafeln, welche die Reihenfolge der Affinitäten verschiedener Körper zu Einem bestimmten angeben. Bergman glaubte indeß auch noch auf andere Weise die verschiedene Größe der Verwandtschaft zwischen verschiedenen Stoffen ausmitteln zu können, namentlich was die Verwandtschaft zwischen Säuren und Basen betrifft. Er wußte, daß sämmtliche Verbindungen nur nach Einem oder doch nur nach sehr wenigen festen Mengenverhältnissen der Bestandtheile stattfinden, daß z. B. die Menge Basis, welche nöthig ist, um eine bestimmte Menge derselben Säure zu sättigen und damit ein neutrales Salz zu bilden, unveränderlich stets dieselbe ist. Er suchte die verschiedenen Quantitäten verschiedener Basen zu bestimmen, die durch dieselbe Quantität einer Säure neutralisirt werden, und er glaubte einen allgemeinen Zusammenhang zwischen der Affinitätsgröße zweier Körper (einer Säure und einer Basis) unter einander, und dem Quantitätsverhältniß, in welchem sie sich neutralisiren, aufgefunden zu haben. Unter dem Namen eines chemischen Paradoxons stellte er den Satz auf, daß, je stärker die Verwandtschaft einer Materie sei, um so weniger von einer andern Materie zu ihrer Sättigung erfordert werde [1]; eine Be-

Bergman's Ansichten.

[1] Bergman wurde auf diesen Satz zuerst durch einen Ausspruch Scheffer's geleitet, dessen Vorlesungen der Erstere 1775 herausgab (vergl. Seite 70 dieses Theiles). In Beziehung auf die am eben angeführten Orte mitgetheilten Versuche sagte Scheffer: »die Alkalien erfordern zu ihrer Sättigung mehr von den stärkeren und schwereren, als von den schwächeren und leichteren

Bergman's Ansichten.

hauptung, deren Folgerungen ihm durch die Resultate seiner Analysen gerechtfertigt zu sein schienen. Als Folgerungen gehen die Sätze hervor: eine Basis erfordert zu ihrer Sättigung eine um so größere Menge Säure, je größer ihre Verwandtschaft zu dieser Säure ist, — und: eine Säure erfordert zu ihrer Sättigung eine um so größere Menge Basis, je größer ihre Verwandtschaft zu dieser Basis ist. Zum Beweis der Richtigkeit dieser Sätze stellte Bergman die von ihm gefundenen Zusammensetzungen auf, welche er indeß alle unrichtig angab, wie man es erwarten muß, da seine Analysen fast die ersten waren, die jemals angestellt wurden. So erfordern nach Bergman zur Neutralisation (ich füge zur Beurtheilung der Genauigkeit seiner Analysen die richtigen Bestimmungen in Klammern bei)

100 Gewichtstheile Kali:				100 Gewichtstheile Natron:			
78,5	Gewichtsth.	Schwefelsäure	(85)	177	Gewichtsth.	Schwefelsäure	(128)
64	»	Salpetersäure	(114)	135,5	»	Salpetersäure	(172)
51,5	»	Salzsäure	(58)	125	»	Salzsäure	(87)

Nach Bergman's Angaben würden hier allerdings die Säuren der Quantität nach, in welcher sie dasselbe Gewicht Basis neutralisiren, in der nämlichen Reihenfolge stehen, in welcher sie sich auch der Affinität nach ordnen; allein eine Vergleichung seiner Angaben mit den wahren Verbindungsverhältnissen zeigt die große Unrichtigkeit der ersteren. Sobald auch die chemische Analyse etwas an Vervollkommnung zunahm, mußten die Widersprüche zwischen den obigen Behauptungen Bergman's und der Erfahrung an's Licht kommen, und bei keinem von denen, welche sich nach Bergman mit der Untersuchung der Affinität beschäftigten, finden wir diese Meinungen unverändert adoptirt. Von diesen späteren Gelehrten wurden die verschiedenartigsten Methoden in Vorschlag gebracht, die Verwandtschaftsgröße in Zahlen noch auf anderem Weg als aus den Verwandtschaftstafeln abzuleiten; wir wollen zuerst die Meinung Kirwan's näher betrachten, da sich seine Untersuchungen an die Bergman's in der Art anschließen, daß auch er aus dem Mengenverhältniß, in welchem sich zwei Körper verbinden, auf die Größe der Verwandtschaft zwischen diesen beiden Körpern zu schließen suchte.

Säuren.« An diese Aeußerung knüpfen sich die Seite 71 dieses Bandes erwähnten Versuche Bergman's und seine oben angeführten theoretischen Untersuchungen.

Kirwan war der unmittelbare Nachfolger Bergman's sowohl was die Untersuchungen über die Verwandtschaftsreihen als auch was die Ausmittelung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen angeht; hinsichtlich der ersteren konnte er den zahlreichen und genauen Beobachtungen Bergman's nur wenig hinzufügen, was aber die Bestimmung der Zusammensetzung angeht, übertraf er seinen Vorgänger weit an Genauigkeit der Resultate, wie sich aus den gleich mitzutheilenden Bestimmungen von ihm ergiebt, und außerdem in dem Abschnitt »analytische Chemie« ausführlicher erörtert ist. — Kirwan stimmte, was die Attraction der Atome als Ursache der Affinität angeht, mit Bergman überein; in den Schlußfolgerungen aber, welche aus seinen Analysen hinsichtlich der Abhängigkeit der Affinitätsgröße von dem Verbindungsverhältniß abzuleiten er sich für berechtigt hielt, wich er theilweise von demselben ab. Mit Bergman übereinstimmend glaubte er, die Affinität einer Basis zu einer Säure sei um so größer, je mehr von der Basis sich mit der Säure bei der Neutralisation vereinigt; aber im Widerspruch mit Bergman nahm er noch an, die Affinität einer Säure gegen eine Basis sei um so geringer, je mehr von der Säure sich mit der Basis bei der Neutralisation vereinigt. — Diese Schlußfolgerungen standen indeß mit Kirwan's Resultaten über die Zusammensetzung der neutralen Salze selbst im Widerspruch, wenn man die Affinität der Körper zu einander als durch die Zersetzungserscheinungen gegeben annimmt. Nach seinen Versuchen neutralisiren (ich füge die richtigen Zahlen [1]) zur Vergleichung wieder in Klammern bei) Kirwan's Ansichten.

100 Gewichtstheile	Kali	Natron	Ammon.	Baryt	Strontian	Kalk
Schwefelsäure	121 (118)	78 (78)	26 (42)	200 (192)	138 (130)	70 (71)
Salpetersäure	117 (87)	73 (58)	40 (31)	178 (142)	116 (96)	56 (53)
Salzsäure	177 (172)	136 (114)	58 (62)	314 (280)	216 (190)	118 (104)
Kohlensäure	95 (107)	150 (142)		354 (348)	231 (236)	122 (129)

Man ersieht hieraus, wie sich Kirwan's Bestimmungen den richtigen schon viel mehr nähern, als die Bergman's; wie aber seine Resul-

[1]) Von den kohlensauren Salzen analysirte Kirwan das doppeltkohlensaure Kali und das einfachkohlensaure Natron. —

Kirwan's Ansichten.

tate in keiner Weise mit den von ihm für die Affinitätsgrößen der Säuren und Basen aufgestellten allgemeinen Gesetzen im Einklang stehen. Dieser Widerspruch zwischen der Erfahrung und den aufgestellten Theorien Bergman's und Kirwan's mag die Ursache sein, daß die anderen Gelehrten, welche sich zu dieser Zeit an der Bestimmung der Affinitätsgrößen versuchten, es aufgaben, aus den Quantitäten, worin sich die verschiedenen Stoffe vereinigen, die Stärke der Verwandtschaft zwischen denselben herleiten zu wollen. Schon vor Kirwan waren indeß Versuche gemacht worden, die Größe der Affinität zwischen zwei Körpern auf andere Art direct (nicht aus den Verwandtschaftstafeln) zu bestimmen.

Wenzel's Ansichten.

Es gehört hierher der Versuch von Wenzel, die Größe der Verwandtschaft verschiedener Körper zu einem Auflösungsmittel aus der Zeit zu bestimmen, welche zur völligen Auflösung erforderlich ist. Nach ihm sollte sich die Verwandtschaft verschiedener Körper zu demselben Lösungsmittel, bei gleicher Quantität des aufgelösten, umgekehrt verhalten wie die Zeit der Auflösung. Soviel Verdienste auch Wenzel, dessen Werk über die Verwandtschaft schon 1777 erschien, um die Erkenntniß der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen und um die Lehre von den bestimmten Proportionen hat (vergleich da), so lag doch in dieser seiner Behauptung über den Zusammenhang zwischen Affinität und Auflösungszeit eine große Verkennung der ersteren Kraft; seine Ansicht darüber wurde auch bald als irrig erkannt und nicht weiter beachtet.

Guyton-Morveau's Ansichten.

Wieder andere Ansichten über die Affinität und die Mittel, sie der Größe nach zu bestimmen, hatte Guyton de Morveau, dessen 1786 in der Encyclopédie méthodique publicirte Abhandlungen über Affinität und Adhäsion mit Recht zu jener Zeit ein vorzügliches Ansehen genossen. — Guyton stimmte im Wesentlichen mit Buffon's Meinung überein, was die Ursache der Affinität anlangt, wenn er gleich zugestand, daß die Annahme einer verschiedenen Gestalt der Atome allein nicht ausreiche, alle Verwandtschaftserscheinungen genügend zu erklären. — Ihm eigenthümlich war der Gedanke, die Adhäsion als eine mit der Affinität gleichartige Kraft anzusehen, oder doch die Adhäsionserscheinungen als Wirkungen derselben Kraft, der Gravitation, zu betrachten, welche auch die Verwandtschaftserscheinungen hervorbringe. Demgemäß suchte er selbst aus der Größe der Adhäsion zwischen zwei Stoffen ihre Verwandtschaftsgröße herzuleiten, und es schien ihm eine Bestätigung seiner Ansicht, daß die Metalle eine um so

größere Adhäsion zum Quecksilber zeigen, je leichter sie sich damit amalgamiren (chemisch verbinden). Indeß auch dieses Mittel, die Verwandtschaftsgröße zu bestimmen, wurde bald als ungenügend erkannt.

Von den minder beachteten Vorschlägen anderer Chemiker, die Größe der Affinität zu bestimmen, mag hier nur noch der erwähnt werden, welchen Fourcroy um 1800 that, nämlich die Stärke der Verwandtschaft zweier Körper aus der Temperatur zu bestimmen, welche zur Zersetzung ihrer Verbindung nöthig ist. An sich nur auf verhältnißmäßig wenige Verbindungen anwendbar, wurde dieser Vorschlag kaum beachtet, und blieb ohne weiteren Einfluß auf die Ansichten über die Verwandtschaft.

Es sind dieses die wichtigsten Versuche, welche bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts angestellt wurden, um eine Theorie über die Ursache der Affinitätserscheinungen zu geben und einen Zusammenhang zwischen dieser Ursache und anderen chemischen oder physikalischen Verhältnissen, z. B. des Zusammensetzungsverhältnisses der Verbindung, der Adhäsion u. s. w., nachzuweisen. Alle diese Versuche scheiterten, und wenn auch Bergman's Ansichten zu dem genannten Zeitpunkte von den meisten Chemikern angenommen waren, so beweist dies nicht, daß sie alle Erscheinungen consequent erklärten, sondern nur daß sie, mit den anderen aufgestellten Theorien verglichen, noch am besten mit der Erfahrung zu harmoniren schienen; zu der allgemeinen Billigung derselben trug noch außerdem Bergman's Ruf als praktischer Chemiker nicht wenig bei, und half dazu, daß über die einzelnen Mängel seiner Affinitätslehre weggesehen wurde. Am meisten erschüttert wurde Bergman's Theorie durch die Aufstellung der Affinitätslehre von Berthollet, die ihr in vielen Fällen geradezu widersprach, und alle Verwandtschaftserscheinungen durch die einfachsten Hülfsmittel, durch Annahme einer allgemeinen Attractionskraft und eines großen Einflusses der physikalischen Eigenschaften der Körper, zu erklären schien.

Berthollet's Lehre.

Berthollet, dessen Schriften über die Affinität ich bereits im ersten Theile (S. 339) angeführt habe, betrachtete als Ursache der chemischen Verbindungen, wie es auch Bergman und noch mehrere der im Vorhergehenden genannten Chemiker angenommen hatten, die allgemeine Anziehungskraft der Materie, die sich aber hier von der Gravitation verschieden äußert, weil sie nicht wie diese auf Massen, deren sonstige äußere physikalische Verhältnisse dafür nicht von Belang sind, sondern auf die kleinsten Theilchen der Materie wirkt, deren Gestalt, Cohäsion und Bestreben, den gasförmigen Zu-

Berthollet's Lehre. stand anzunehmen, hier mit in's Spiel kommen. Die Ansicht Bergman's über Wahlverwandtschaft, vermöge deren ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen der letzteren (b oder c) nur vermöge seiner größeren Verwandtschaft zu c oder b abscheiden soll, um sich mit c oder b zu vereinigen, hielt Berthollet für unverträglich mit der Annahme, daß die Affinität auf Anziehung beruht. Wäre nur die Attraction die Ursache der Affinitätserscheinungen, so könnte nach ihm durch Zusammenbringen von a mit b c keine andere Wirkung als die Bildung einer neuen Verbindung a b c erfolgen. Es hat aber in Wirklichkeit öfters eine andere Wirkung Statt, und um diese zu erklären, stellte Berthollet eine Theorie auf, die man in folgenden Sätzen zusammenfassen kann.

Alle Körper haben Verwandtschaft zu einander, aber die Größe der Verwandtschaft ist einmal an sich verschieden (wegen der verschiedenen Form der kleinsten Theilchen), und besonders sind noch die Wirkungen verschieden wegen der Verschiedenheit der Körper, was Cohäsion (worunter er Schwerlöslichkeit versteht) und Elasticität (Bestreben, in den gasförmigen Zustand überzugehen) betrifft. — Die Körper können nur dann auf einander chemisch wirken, wenn sich ihre kleinsten Theilchen in unmittelbarer Berührung, in Auflösung, befinden. Die chemische Wirksamkeit eines Körpers auf einen andern hängt ab von seiner Verwandtschaft zu ihm und von dem Mengenverhältniß, worin sich beide bei ihrer Einwirkung auf einander befinden. Ein Körper wird der chemischen Action entzogen, wenn er sich unlöslich ausscheidet, oder wenn er als Gas weggeht.

Aus diesen Sätzen suchte Berthollet alle Verwandtschaftserscheinungen zu erklären. Wir wollen ihm zuerst in seiner Erklärung folgen, was geschieht, wenn wir Körper von verschiedener Verwandtschaft zu einem dritten auf diesen einwirken lassen, und wie es zugeht, daß ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen Bestandtheil b vollständig abscheiden kann.

Wird eine Auflösung von a mit einer Auflösung von b c vermischt, und scheidet sich hierbei weder etwas ab, noch entweicht etwas gasförmig, so werden sich a und b in c theilen, jedes, a wie b, wird sich mit um so mehr c vereinigen, je größer seine Verwandtschaft zu diesem Körper ist, und in je größerer Menge es vorhanden ist. Ist die Affinität von a zu c durch die Größe α ausgedrückt, wenn β die Affinität von b zu c bedeutet, ist in der Lösung a in der Gewichtsmenge A, b in der Gewichtsmenge B, c in

der Gewichtsmenge C enthalten, so wird sich c so unter a und b vertheilen, daß mit den A Gewichtstheilen a verbunden sind $\frac{A\alpha}{A\alpha + B\beta}$ C von c, mit den B Gewichtstheilen von b aber $\frac{B\beta}{A\alpha + B\beta}$ C von c. Es tritt nach diesem Gesetze gewissermaßen ein chemisches Gleichgewicht ein. Der chemische Effect jedes der Körper a und b hängt ab von seiner Verwandtschaft zu c und von seiner Masse; das Maaß des Effects ist durch das Product der Masse in die Verwandtschaft gegeben; dieses Product bezeichnete Berthollet unter dem Namen masse chymique, was man im Deutschen durch »chemische Masse« oder besser durch »chemisches Moment« wiedergegeben hat. Berthollet's Lehre.

Es folgt hieraus, daß, wofern sich bei der Mischung von a mit bc nichts niederschlägt und nichts verflüchtigt, der Körper a dem Körper b nie alles c entziehen kann, wenn auch a noch so starke Verwandtschaft zu c hat; daß umgekehrt, wenn b noch so starke Verwandtschaft zu c hat, man ihm doch durch das dem c beiweitem weniger verwandte a einen merkbaren Antheil des ersteren entziehen kann, wenn man nur die Menge von a gehörig groß im Verhältniß zu der von b nimmt; daß man überhaupt (zur Hervorbringung einer chemischen Wirkung) einer Materie, was ihr an Verwandtschaftskraft abgeht, durch Vergrößerung der Menge ersetzen kann.

Eine solche Theilung von c unter a und b findet aber nur Statt, wenn bei der Vermischung von a mit bc sich nichts niederschlägt und nichts ausscheidet. Ist aber der Körper b ein solcher, der von c abgeschieden Gasgestalt annimmt (hat b eine bedeutende Elasticität), so ist der Erfolg ein anderer, es kann alsdann eine vollständige Zersetzung stattfinden.

Kommt zu einer Verbindung bc, worin b ein solcher Körper ist, ein Stoff a, der zu c Verwandtschaft hat, so wird a zunächst nach dem vorstehenden Gesetze sich einer gewissen Menge von c bemächtigen; es wird dadurch mehr b mit dem Reste von c vereinigt, als dieser fixiren kann, es wird sich eine gewisse Menge von diesem b gasförmig abscheiden; auf die zurückgebliebene Menge bc wirkt a nun neuerdings ein, um ein Gleichgewicht nach dem erwähnten Gesetze zu bewerkstelligen, der Vorgang des Ausscheidens von b wiederholt sich, und allmälig wird alles b von c vollständig abgeschieden und ausgetrieben, und alles c ist mit a vereinigt.

Aehnliche Umstände bedingen eine vollkommene Zersetzung, wenn die durch Zersetzung von bc durch a sich bildende Verbindung ac unlöslich ist

Berthollet's Lehre. (große Cohäsion hat), und sich abscheidet. Während früher, wo ein Theil von c alles zugesetzte a beschäftigen konnte (wie der andere Theil von a alles vorhandene b), ist die Herstellung eines solchen chemischen Gleichgewichts nun nicht mehr möglich. Geht a mit c eine unlösliche Verbindung ein, so entsteht ein Niederschlag ac; alles c, was durch a an sich gezogen wurde, fällt nieder, aber nicht mit allem, sondern nur mit einem Theile von a verbunden, nämlich mit so viel, als es in den unlöslichen Zustand überführen kann. Der Theil von a, der nicht mit niedergeschlagen worden ist, wirkt von Neuem auf das noch unzersetzte bc, er entzieht diesem einen neuen Antheil c, der sich wieder mit einem Theile von a niederschlägt, und dieser Vorgang wiederholt sich, bis alles c mit a verbunden aus der Lösung niedergeschlagen ist.

Während also nach der Bergman'schen Ansicht über Wahlverwandtschaften ein Stoff eine andere Verbindung je nach seiner specifischen Verwandtschaft zu einem der Bestandttheile derselben entweder gar nicht oder vollkommen zersetzt, die Zersetzungsproducte mögen nun fest, flüssig oder gasförmig sein, lehrte Berthollet, daß weder einfache noch doppelte Wahlverwandtschaft in dem Sinne, wie sie Bergman nahm, existirt, vollständige Zersetzung nur statthat unter Mitwirkung der Elasticität oder der Cohäsion der betreffenden Körper. Die Elasticität eines Bestandtheils trägt dazu bei, indem dann dieser Bestandtheil gasförmig entweicht und so aus dem chemischen Wirkungskreise entfernt wird; die Cohäsion einer gebildeten Verbindung, indem sie Unauflöslichkeit, Abscheiden und Verringern der Zahl der Angriffspunkte hervorbringt.

Je größer die Cohäsion ist, um so vollständiger ist die durch sie eingeleitete Zersetzung: also um je unlöslicher eine zu bildende Verbindung ist, um so vollständiger wird die bis dahin bestandene Verbindung zersetzt. Oxalsaurer Kalk ist ein sehr schwerlösliches Salz, aber Oxalsäure fällt nach Berthollet doch nicht aus Auflösungen von Kalksalzen allen Kalk heraus, sondern nur so viel davon, bis der Ueberschuß an frei gewordener (vorher mit dem Kalke verbundener) Säure der Affinität der Oxalsäure zum Kalke und der Cohäsion des oxalsauren Kalkes zusammen das Gleichgewicht hält. — Selbst sehr starke Cohäsion kann durch chemische Masse überwunden werden; so kann schwefelsaurer Baryt durch kohlensaures Kali zersetzt werden, falls nur letzteres in einem sehr großen Ueberschusse, der sehr großen Cohäsion des schwefelsauren Baryts entsprechend, angewandt wird.

Um die Wirkung der Affinität bei Mischungen zu beobachten, wobei Alles aufgelöst bleibt, kann man nach Berthollet sich nicht des Mittels bedienen, die gebildeten Salze aus der Mischung auskrystallisiren zu lassen, denn in einer Auflösung können die Bestandtheile mehrerer Salze ganz anders zusammengestellt sein, als die Krystallisationsproducte schließen lassen. — Krystallisiren ist nämlich ein Uebergehen in's Unlösliche; der krystallisirende Stoff ist unlöslich in seiner Mutterlauge (unter den Umständen, in welchen er krystallisirt), und sobald also eine gebildete Verbindung anfängt aus der Lösung herauszukrystallisiren, tritt der Vorgang ein, der eben für den Fall besprochen wurde, wo sich eine gebildete Verbindung unlöslich ausscheidet. So z. B. kann durch Vermischen von salpetersaurem Kali mit Schwefelsäure und Auskrystallisirenlassen fast alles Kali in Verbindung mit Schwefelsäure erhalten werden, obgleich bei Temperaturen, wo Alles gelöst ist, das Kali nicht vorzugsweise an die Schwefelsäure tritt, sondern sich nach dem Gesetz der chemischen Massen unter die Schwefelsäure und die Salpetersäure gleichmäßig vertheilt. Berthollet's Lehre.

Es wurde erwähnt, daß in den Fällen, wo Verbindungen unlöslich ausgeschieden werden, nicht immer die ganzen vorhandenen Mengen der Bestandtheile sich niederschlagen, sondern mit einer gewissen Menge des einen Bestandtheils nur soviel von dem andern, als der erstere in den unlöslichen Zustand überführen kann. Um hierüber vollkommene Einsicht zu erhalten, wollen wir Berthollet's Ansichten über die Verhältnisse der Gewichtsmengen der Bestandtheile in solchen Niederschlägen und in chemischen Verbindungen überhaupt näher untersuchen.

Nach Berthollet können sich alle mit einander verwandten Körper in allen möglichen Verhältnissen mit einander zu eigenthümlichen chemischen Verbindungen vereinigen, wenn diese Verbindungen Flüssigkeiten sind, und wenn nicht die Cohäsion der Verbindung oder eines Bestandtheils oder die Elasticität eines Bestandtheils den Verbindungsverhältnissen Grenzen setzt; in diesem letzteren Falle werden die möglichen Verbindungsverhältnisse in weitere oder engere Grenzen beschränkt sein.

Um z. B. die Cohäsion des Eisens bei seiner Vereinigung mit Sauerstoff zu überwinden, ist eine gewisse Menge des letzteren nöthig, die von der Cohäsion des Metalls und der Stärke seiner Affinität zum Sauerstoff abhängt. Mit weniger Sauerstoff als dieser bestimmten Menge kann man Eisen nicht chemisch vereinigen. — Um die Elasticität des Sauerstoffs hin-

Berthollet's Lehre.

gegen bei seiner Vereinigung mit Eisen zu überwinden, um den Sauerstoff durch Eisen zu fixiren, ist ebenfalls eine gewisse Menge dieses Metalls nöthig, die von der Elasticität des Sauerstoffs und seiner Verwandtschaft zum Eisen abhängt, und mit weniger Eisen als dieser bestimmten Menge kann man den Sauerstoff nicht verbinden. — Wir haben hier die zwei Grenzverhältnisse der Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff; innerhalb derselben kann sich nach Berthollet Eisen mit Sauerstoff in allen möglichen Verhältnissen zu chemischen Verbindungen vereinigen.

Aehnliche Ansichten hegte Berthollet über die Zusammensetzung der Niederschläge, welche sich bei Mischung von Verbindungen bilden. Ob solche Niederschläge eine constante Zusammensetzung haben, hängt nach ihm davon ab, inwiefern die Bestandtheile gleiche Löslichkeit haben. Sind beide Bestandtheile eines solchen Niederschlags gleich löslich, so ist die Zusammensetzung der aus ihnen gebildeten unlöslichen Verbindung eine bestimmte und constant; jeder Ueberschuß des einen oder des andern Bestandtheils wird nämlich von dem Lösungsmittel in Auflösung gehalten. Ist aber ein Bestandtheil an und für sich unlöslich, so kann die Zusammensetzung variiren; man kann die Menge des löslichen Bestandtheils in der Verbindung verringern, ohne daß eine Auflösung des andern Bestandtheils stattfindet, und chemische Verbindungen in mehrfachen Verhältnissen (deren Grenzen sich analog dem vorher gegebenen Beispiel bestimmen) sind möglich. — Ebenso variabel ist die Zusammensetzung einer krystallisirenden Verbindung, wenn der eine Bestandtheil viel löslicher ist, als der andere; der letztere verhält sich beim Krystallisiren alsdann relativ wie ein unlöslicher Körper; man erhält Verbindungen in den verschiedensten Proportionen, wenn man solche Verbindungen immer wieder in neuem Lösungsmittel auflöst und krystalliren läßt, bis man an eine Verbindung kommt, wo die enthaltenen Mengen der Bestandtheile sich in derselben Menge Lösungsmittel lösen, gegen diese gleiche Auflöslichkeit haben.

Diese Sätze von Berthollet beruhten auf unrichtigen Beobachtungen, auf der Untersuchung unreiner Niederschläge, die er für reine chemische Verbindungen hielt, und auf fehlerhaften Analysen. Die nähere Betrachtung, wie diese Behauptungen aufgenommen wurden, gehört dahin, wo von der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen die Rede ist.

Ein constantes Gewichtsverhältniß gesteht indeß Berthollet noch da zu, wo durch Vermischen zweier Körper die hervorstechenden Eigenschaften

eines jeden vollkommen aufgehoben werden, namentlich bei der Neutralisation der Säuren und Basen durch einander und ihrer Verbindung zu löslichen Neutralsalzen. Daß hierbei constante Verhältnisse obwalten, war durch viele Beobachtungen außer Zweifel gestellt; Berthollet wandte die dabei gewonnenen Zahlenresultate an, um über die Stärke der Verwandtschaft der Säuren und Basen zu einander bestimmtere Auskunft zu geben. Berthollet's Lehre.

Um eine gegebene Gewichtsmenge einer Säure zu neutralisiren, um also einen gewissen chemischen Effect auszuüben, sind von den verschiedenen Basen verschiedene Gewichtsmengen nöthig. Der chemische Effect aber ist das Product aus der Masse in die Verwandtschaftsstärke. Um je kleiner also bei gleichem chemischen Effect eines Körpers die erforderliche Menge desselben ist, um so größer muß seine Verwandtschaftskraft sein. Berthollet stellte hiernach, in vollständigem Widerspruch mit Bergman's (Seite 314) und theilweise mit Kirwan's (Seite 315) Ansichten über den Zusammenhang zwischen Verwandtschaftsstärke und Gewichtsverhältniß bei der Neutralisation als Gesetz auf: Je weniger a von b bedarf, um dadurch neutralisirt zu werden, um so größer ist ihre Affinität zu einander. — Die Abweichungen der Erfahrung von diesem Satz erklären sich nach Berthollet alle aus der ungleichen Cohäsion und Elasticität der verschiedenen Körper. So z. B. verbindet sich das Ammoniak in geringerer Menge mit Säuren zu neutralen Salzen, als das Kali oder Natron, und wird doch von diesen aus seinen Verbindungen ausgetrieben; aber es ist nicht die größere Affinität des Kali's oder Natrons zu den Säuren, die diese Zersetzung bewirkt, sondern die große Elasticität des Ammoniaks, denn an und für sich steht dem Ammoniak (weil von ihm eine kleinere Menge zur Neutralisation der Säuren hinreicht) eine größere Affinität zu den Säuren zu, als dem Kali oder Natron. Berthollet's Gesetz heißt also eigentlich: hätten alle Körper gleiche Cohäsion und gleiche Elasticität, so wäre die Verwandtschaftskraft desjenigen am größten, der sich in der geringsten Menge mit den andern verbindet.

Es sind dies die hauptsächlichsten Grundlagen der Berthollet'schen Verwandtschaftstheorie, die, in Frankreich zu jener Zeit mit vielem Beifall aufgenommen, auch in den anderen Ländern zahlreiche Anhänger fand, wie es nicht fehlen konnte, da in ihr consequente Durchführung weniger Annahmen zur Erklärung fast aller damals bekannten Affinitätserscheinungen führte. Doch erhoben sich auch bald die zahlreichen Anhänger der Bergman'schen Ansichten, und suchten zu zeigen, wie auch diese zur Erklärung

Berthollet's Lehre.

der Thatsachen ausreichen, wie hingegen directe Erfahrungen gegen die Richtigkeit der Berthollet'schen Theorie sprechen. Aber erst die Entdeckung der bestimmten Proportionen in der Zusammensetzung chemischer Verbindungen entschied über die Richtigkeit dieser Theorie, und ich verweise dahin, was die darüber geführten Streitigkeiten und die endliche Entscheidung betrifft. Die Berthollet'schen Lehren wurden dadurch in vielen ihrer Hauptpunkte als unstatthaft und unrichtig dargethan, aber dessenungeachtet üben sie noch stets einen großen Einfluß auf die jetzige Ansicht über die Verwandtschaft aus, und die von ihm zuerst eingeführte Berücksichtigung der äußeren physikalischen Verhältnisse der Körper (Cohäsion und Elasticität) bei Betrachtung der Verwandtschaftserscheinungen wird eine dauernde sein.

Dynamische Ansichten.

Zu der Zeit, wo die Berthollet'sche Affinitätslehre aufgestellt wurde, begannen in Deutschland Ansichten sich allgemeiner auszubreiten, welche allen bis dahin erwähnten widersprachen. Es sind dieses die dynamischen Theorien, welche, meist nur ganz im Allgemeinen angedeutet, durch die Unbestimmtheit und Vieldeutsamkeit der gebrauchten Ausdrücke sich recht wohl auch auf besondere Thatsachen anwenden ließen, ohne indeß die Erklärung derselben damit zu geben. Die Theorie, welche man unter dem Namen der dynamischen begreift, unterschied sich von der vorhergehenden Ansicht dadurch, daß sie nicht wie diese die chemische Action als eine Folge von Wirkungen kleinster Theilchen der verschiedenen Körper auf einander ansah, sondern (eine Theilbarkeit der Materie bis in's Unendliche annehmend, und die Existenz von untheilbaren Partikeln und von Zwischenräumen zwischen ihnen verwerfend) die Verwandtschaftserscheinungen durch eine wechselseitige Durchdringung der verschiedenen Materien zu erklären suchte.

Unter Durchdringung der Materie ist zu verstehen, daß in einer Verbindung nicht die kleinsten Theilchen der Bestandtheile abgesondert von einander existiren, sondern daß alle kleinsten Theile, alle materiellen Punkte einer Verbindung gleichmäßig zusammengesetzt sind und noch die Bestandtheile zusammen in sich enthalten. Die atomistische oder Corpuscular-Theorie, welche den Ansichten der im Vorstehenden besprochenen Chemiker zu Grunde liegt, ist also der dynamischen dadurch entgegengesetzt, daß nach der ersteren eine (ideell) fortgesetzte Zertheilung einer Verbindung zuletzt auf eine Zerlegung der Verbindung in ihre Bestandtheile führen muß, da nach ihr in der Verbindung die Bestandtheile zwar sehr fein zertheilt, aber doch

noch in ihrer Eigenthümlichkeit und von einander abgesondert enthalten sind; daß nach der zweiten hingegen eine noch so weit fortgesetzt gedachte Zertheilung einer Verbindung nur auf immer kleinere Partikeln der Verbindung, nie aber auf Zerlegung der Verbindung in ihre Bestandtheile führt. Dynamische Ansichten.

Den ersten Versuch einer solchen dynamischen Erklärungsweise machte Kant 1786 in seinem Werke »Metaphysische Gründe der Naturwissenschaft«, und seine Ansichten darüber finden sich noch in mehreren anderen Schriften von ihm niedergelegt. Kant legte der Materie zwei Grundkräfte bei, eine, vermöge welcher sich alle zerstreute Materie zu nähern bestreben soll, eine von außen nach innen wirkende (die anziehende Kraft, vis attractiva), und eine, vermöge welcher die Materie den Raum erfüllt, eine von innen nach außen wirkende (die ausdehnende Kraft, vis expansiva). Die erstere allein gedacht, würde alle Materie in einen Punkt zusammenpressen, die zweite allein gedacht, würde die Materie auf unendliche Räume hin ausdehnen; aus einem Zusammenwirken beider Kräfte sollten sich die Erscheinungen der Materie in begrenzten Räumen erklären lassen. Kant sprach, ohne jedoch auf eine Nachweisung im Einzelnen einzugehen, aus, daß die chemischen Veränderungen, welche mit den Körpern in Hinsicht auf die chemische Verbindung vorgehen, nicht auf der Gestalt und mechanischen Bewegung ihrer kleinsten Theilchen beruhe, sondern nur in der anziehenden und abstoßenden Kraft der Materie begründet sei. — Etwas näher ging auf die Anwendung der dynamischen Ansichten auf den chemischen Proceß Schelling ein. Er definirte 1797 in seinen »Ideen zu einer Philosophie der Natur« die chemische Action als eine qualitative Bewegung, welche den inneren Beschaffenheiten der Materie gemäß sei, und suchte, wie Kant hauptsächlich den Conflict der anziehenden und der ausdehnenden Kraft als Grundursache des Verhaltens der Körper angesehen hatte, überhaupt die chemischen Erscheinungen als Wirkungen des Conflicts sich entgegengesetzter Kräfte darzuthun.

Die chemischen Erscheinungen alle als Folge einer allgemeinen Dynamik anzusehen, fand bald Zustimmung. Unter den Chemikern vom Fach huldigten nur wenige bedeutendere dem dynamischen System; unter ihnen wollen wir hier als bekanntere Namen nennen Winterl in Pesth, von dessen Irrthümern bei der Betrachtung der Ansichten über die Elemente die Rede war, und den in vielfach anderer Beziehung so verdienstvollen Ritter in München, die besonders eifrig waren, mehr oder weniger falsche Beobachtungen als die nothwendigen Resultate einer philosophisch sein sollenden

Dynamische Ansichten.

Betrachtungsweise hinzustellen; besonnener in der Anwendung der Dynamik auf die Chemie war Oerstedt in Copenhagen und besonders Link, damals in Rostock; Gren in Halle, einer der ausgezeichneteren deutschen Chemiker zu Ende des 18. Jahrhunderts, hing gleichfalls der dynamischen Theorie an, beschränkte sich aber doch darauf, die Grundsätze derselben nur mit den allgemeinsten Theilen der Chemie in Verbindung bringen zu wollen, ohne eine Anwendung auf die einzelnen Erfahrungen zu versuchen. Hervorzuheben ist aber, daß im Allgemeinen unter Denen, die dem dynamischen Systeme beitraten und sich hauptsächlich durch lautes Geschrei bemerklich machten, viele waren, welche von der Wissenschaft, die sie auf dynamische Grundlehren zurückführen wollten, Nichts verstanden, sondern deren Thätigkeit sich darauf beschränkte, mit leeren Namen und allgemeinen, nichtssagenden und deßhalb kaum zu widerlegenden Behauptungen großen Mißbrauch zu treiben; nach Willkür wurde von ihnen jeder Körper als Polarstoff oder als im Indifferenzpunkte liegend angesehen, die verschiedenartigsten Kräfte wurden mit einander verglichen, um den Dualismus in die Chemie einzuführen, ohne daß diese Wissenschaft irgendwie dadurch einen Fortschritt gemacht hätte. Die dynamische Theorie, in ihrer Anwendung auf Chemie, gerieth indeß allmälig schon in den ersten sechs Jahren unseres Jahrhunderts unter den eigentlich strebenden Chemikern in weniger Ansehen, als sich immer mehr zeigte, wie Die, welche Thatsachen damit in Uebereinstimmung zu finden oder daraus herzuleiten vorgaben, mit den Anfangskenntnissen der Chemie nicht vertraut waren; als diejenigen Gelehrten selbst, welche ihr huldigten, aber zugleich Einsicht in die chemischen Erfahrungen hatten, z. B. Hildebrandt in Erlangen 1807, anerkannten, daß die auf atomistische Ansichten gegründeten Erklärungen in der Chemie mindestens das richtige Verständniß sehr fördernd seien, und selbst zugestanden, daß es kaum möglich sei, die Verschiedenheit der Materie zu erklären, ohne atomistische Ansichten zu Hülfe zu nehmen. Das dynamische System wurde ganz von den Chemikern aufgegeben, als Dalton's Atomtheorie eine Vorstellung über den Vorgang bei der chemischen Action gab, die mit allen Thatsachen im schönsten Einklange stand, und welcher sich alle späteren Entdeckungen unterordnen ließen. Die dynamische Theorie hat schon von 1812 an für die Chemie nur noch historisches Interesse; sie hat für die Chemie den durch nutzlose Vergeudung mitunter ausgezeichneter Geisteskräfte theuer erkauften Beweis geliefert, daß es bei dem größten Scharfsinne, bei dem

Besitz von noch so tiefen anderweitigen Kenntnissen nicht möglich ist, in der Chemie ohne gründliche Kenntniß der Thatsachen eine allgemeinere Betrachtung mit nur einigem Erfolge durchzuführen.

Die Entdeckung der bestimmten Verbindungsverhältnisse und der multiplen Proportionen (vergl. die Geschichte der Stöchiometrie) führte um so mehr wieder zu der Annahme der Corpusculartheorie, nach welcher alle Verbindungen durch Juxtaposition der kleinsten Theilchen der Bestandtheile entstehen, als die Erklärung der genannten Thatsachen sich aus dieser fast allein und sehr genügend ergab. Die Wichtigkeit der Entdeckung dieser Gesetze ließ von etwa 1808 an die Untersuchungen fast aller Chemiker darauf gerichtet sein, sie nachzuweisen, zu erweitern, und die Specialitäten genauer festzustellen. Von diesem Zeitpunkte an hat man sich weniger mit der Erforschung der Ursache der Affinität beschäftigt, als mit der Bestimmung ihrer Wirkungen, namentlich mit der Aufsuchung der Gesetze, nach welchen sich die Gewichtsmengen der Bestandtheile mit einander vereinigen. Nur einige Versuche wurden gemacht, die Verwandtschaft ihrer Ursache nach oder doch im Zusammenhange mit anderen bekannten Kräften zu erkennen, und diese Versuche führten zu den elektrochemischen Theorien, die auf der Ansicht beruhen, daß die Verwandtschaftserscheinungen durch die elektrischen Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Körper bedingt sind. Um die Entwicklung dieser Theorien nachzuweisen, müssen wir weiter zurückgehen; diese Entwicklung steht im engsten Zusammenhange mit der Erweiterung der Kenntniß über die chemische Kraft der Elektricität, mit der Geschichte des Elektrochemismus, welche wir deßhalb hier abgesondert und vollständiger abhandeln wollen.

Elektrochemismus und elektrochemische Verwandtschaftstheorien.

Erkenntniß der Reibungselektricität.

Von den elektrischen Erscheinungen, deren Erforschung zuletzt einen Zusammenhang derselben mit den Verwandtschaftserscheinungen erkennen ließ, wurden die auf der Reibungselektricität beruhenden zuerst erkannt. Schon den alten Griechen, namentlich dem Thales von Milet, der um das Jahr 600 vor dem Anfange unserer Zeitrechnung lebte, war die Anziehungskraft bekannt, welche der geriebene Bernstein (ἤλεκτρον, woher die Bezeichnung Elektricität) auf leichte Körper äußert. Die Kenntniß dieser Kraft blieb lange Zeit auf dieses einzige Phänomen beschränkt, bis um 1600 die Lehre von der Elektricität dadurch erweitert wurde, daß der Engländer William Gilbert das Glas, den Schwefel, das Harz ebenfalls als Körper erkannte, die durch Reiben elektrisch werden. Otto von Guerike entdeckte um die Mitte des 17. Jahrhunderts das elektrische Licht; bestimmt auf die elektrischen Funken machte indeß zuerst der Engländer Wall 1708 aufmerksam. Ueber die weitere Ausbildung der Reibungselektricität weitläufig zu berichten, ist hier nicht der Ort; ich bemerke nur noch, daß der Unterschied der verschiedenen Körper, was Leitungsfähigkeit der Elektricität angeht, zuerst 1729 durch den Engländer Stephan Gray erkannt wurde, worauf Desagulier 1740 die Eintheilung der Körper überhaupt in an sich elektrische einerseits und in Leiter der Elektricität andererseits einführte. Der Franzose Du Fay unterschied zuerst 1735 die Glaselektricität von der Harzelektricität, und Franklin bezeichnete sie 1747 als sich entgegengesetzt unter den Namen positive und negative Elektricität; die verstärkte Elektricität wurde 1745 durch von Kleist in Pommern und Cunäus und Musschenbroek in Leyden entdeckt; die Elektrisirmaschine wurde in ihrer rohesten Gestalt durch Otto von Guerike bereits ange-

wandt; die Geschichte der Verbesserungen, welche an ihr vorgenommen wurden, bis sie den jetzigen Grad von Brauchbarkeit hatte, kann ich hier nicht geben.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der Reibungselektricität.

Was uns hier vorzugsweise interessirt, ist die Anwendung, die man von der Elektricität in chemischer Beziehung gemacht hat. Wir haben hier die Fälle anzugeben, wo zuerst die Elektricität als Mittel der Verbindung von Bestandtheilen oder Zerlegung von Verbindungen angewandt wurde. Priestley hatte bereits 1772 die Raumvergrößerung beobachtet, welche das wiederholte Hindurchschlagen des elektrischen Funkens durch Ammoniakgas hervorbringt, und Berthollet 1785 diese Raumvermehrung als auf einer Zerlegung des Ammoniakgases in seine Bestandtheile beruhend erkannt. Cavendish zeigte 1784, daß die Elektricität auch Bestandtheile zu Verbindungen vereinigen kann, indem er die Bildung von Salpetersäure aus Stickgas und Sauerstoffgas durch den Einfluß des elektrischen Funkens nachwies. Die holländischen Chemiker Deimann und Paets van Troostwyk hatten sogar schon 1789 mittelst der Reibungselektricität das Wasser zerlegt. Hier war also bereits die Ausübung eines chemischen Effects durch die Elektricität beobachtet, aber auch umgekehrt lagen schon Beobachtungen vor, wo man Elektricitätserscheinungen in Folge chemischer Action bemerkt hatte. Bereits 1781 hatten Lavoisier und Laplace mit Hülfe des Volta'schen Condensators Elektricität in Menge erhalten, als sie Eisen in Schwefelsäure oder Salpetersäure, und Kreide in Schwefelsäure auflösten. Doch dachte man damals noch nicht daran, die Elektricitätserscheinungen mit den chemischen in Verbindung zu setzen, und alle diese Beobachtungen gewannen erst ein allgemeineres Interesse, als nach der Entdeckung der galvanischen Säule und durch die Untersuchungen über den Galvanismus ein Zusammenhang zwischen elektrischer und chemischer Action klarer hervortrat.

Erkenntniß der galvanischen Elektricität.

Den ersten Anlaß zu allen den Untersuchungen, die hiermit in Verbindung stehen, gab die Entdeckung Galvani's [1]), welcher 1790

[1]) Aloys Galvani war 1737 zu Bologna geboren, und widmete sich der Medicin, namentlich der vergleichenden Anatomie und der Physiologie. 1762 wurde er Professor der Anatomie in Bologna. Diese Stelle verlor er 1797, als er der damals neu gegründeten cisalpinischen Republik den Eid der Treue zu leisten sich weigerte. In Dürftigkeit starb er 1798.

Erkenntniß der galvanischen Elektricität.

bemerkte, daß die Muskeln eines Frosches in besonders starke Zuckungen geriethen, wenn er einen entblößten Muskel und einen entblößten Nerven dieses Thieres mit zwei verschiedenen Metallen berührte, die ein leitender Bogen verband. Diese Erscheinungen, welche Galvani als Wirkungen einer eigenthümlichen thierischen Elektricität anzusehen geneigt war, wurden zuerst richtiger erklärt durch Volta, der für die Erkenntniß der galvanischen Elektricität von 1792 an durch die scharfsinnigsten Untersuchungen und wichtigsten Entdeckungen unvergleichlich viel gethan hat. Volta stellte zuerst den Satz auf, daß durch die Berührung verschiedenartiger Metalle Elektricität erzeugt wird, und behauptete, daß das Zucken der Muskeln nicht auf einer eigenthümlichen thierischen Elektricität, sondern nur auf dem Durchgange der durch Metallcontact erzeugten Elektricität beruht. Vorzüglich wichtig für das Studium des Galvanismus war Volta's Entdeckung der galvanischen Säule, die er 1800 machte, wodurch zuerst die Physiker in den Stand gesetzt wurden, die galvanische Elektricität verstärkt zu erhalten und sie mit der Reibungselektricität zu vergleichen. Gleich nach der Entdeckung der galvanischen Säule wurden auch ihre chemischen Wirkungen bekannt, und von dieser Zeit an, mit dem Anfange unseres Jahrhunderts, beginnt eine genauere Einsicht in den Zusammenhang zwischen der elektrischen und der chemischen Kraft.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der galvanischen Elektricität.

Noch im Jahre 1800 machten die Engländer Nicholson [1]) und Carlisle bei einer gemeinschaftlichen Untersuchung über die Wirkungen der galvanischen Säule die Beobachtung, daß bei der Entladung der Säule durch Wasser eine Gasentwicklung aus dem letzteren statthat, daß das Wasser durch die Elektricität in seine Bestandtheile zerlegt wird, welche beide gasförmig sich entwickeln, wofern die Leitungsdrähte, mit denen das Wasser in Berührung ist, aus nicht oxydirbarem Metall bestehen. (Vergl. die Geschichte des Wassers.) Es war hiermit zuerst die galvanische Elektricität als chemisches Agens erkannt.

Verwandte Erscheinungen wurden nun schnell hintereinander aufgefunden. Schon Nicholson und Carlisle nahmen 1800 wahr, daß

---

[1]) William Nicholson war 1753 zu London geboren. Mit vielem Unternehmungsgeist begabt, hatte er schon in seinem zwanzigsten Jahre zweimal Ostindien besucht; von 1775 bis 1777 hielt er sich auf dem Continent in Handelsgeschäften auf. In dem letzteren Jahre errichtete er eine Erziehungsanstalt in London, die ausgezeichneten Ruf erhielt; zugleich beschäftigte er sich

Lackmustinctur, der Wirkung des galvanischen Stroms ausgesetzt, an dem Zuleitungsdrahte des positiven Pols sich roth färbe, wie von einer Säure, und Cruikshank dehnte diese Beobachtung noch auf andere Pflanzenfarben aus, und bewies die ganz entgegengesetzte Wirkung des negativen Zuleitungsdrahtes, nahm auch bereits die Zersetzung einiger anderer Verbindungen in ihre Bestandtheile wahr. Aber vollständiger wurde erst der zersetzende Einfluß der galvanischen Elektricität auf chemische Verbindungen durch Berzelius und Hisinger erkannt, welche bereits 1803 eine Untersuchung über die Wirkung der voltaischen Säule auf Salze und auf einige Basen publicirten. Sie setzten elf verschiedenartige Salze der Wirkung der galvanischen Elektricität aus, und gelangten zu den höchst wichtigen Resultaten, daß, wenn sich die elektrische Säule durch eine Flüssigkeit entladet, sich die Bestandtheile dieser Flüssigkeit auf eine solche Weise trennen, daß sich die einen um den positiven, die anderen um den negativen Pol ansammeln, und daß sich an dem negativen Pol immer die brennbaren Bestandtheile, Alkalien und Erden, an dem positiven hingegen Sauerstoff, Säuren und oxydirte Körper ausscheiden. Sie erkannten also zuerst den elektrischen Unterschied zwischen Säuren und Basen. Ueber die Ursache dieser Erscheinungen sprachen sie keine bestimmte Ansicht aus, doch äußerten sie, daß es ihnen am natürlichsten scheine, die beobachteten Vorgänge durch Attraction der Elektricität auf die einen und Repulsion derselben auf die anderen Stoffe zu erklären. — Auch die Zersetzung anderer Körper, als die von Salzen, gelang ihnen; so beobachteten sie, daß, wenn Ammoniak durch die galvanische Elektricität zerlegt wird, sich das Stickgas an dem positiven, das Wasserstoffgas an dem negativen Poldrahte ausscheidet.

Erkenntniß der chemischen Wirkung der galvanischen Elektricität.

Berzelius' u. Hisinger's elektrochemische Arbeiten.

Obgleich namentlich durch diese Untersuchung von Berzelius und Hisinger auf eine Abhängigkeit des elektrischen Verhaltens von der chemi-

---

erfolgreich mit Mathematik und Chemie, betheiligte sich aber auch an großartigen Unternehmungen, deren theilweises Mißlingen ihn zuletzt in das Schuldgefängniß brachte. Nach mehrjähriger Haft starb er 1815. Als Schriftsteller hat er sich in unserer Wissenschaft bekannt gemacht durch seine Introduction to natural and experimental philosophy (2 Bde. 1781; deutsche Uebersetzung 1787); Dictionary of Chemistry (2 Bde. 1795); First principles of chemistry (1789, deutsche Uebersetzung 1791). Sein Journal of natural philosophy, chemistry and the arts begann er 1794.

Davy's elektrochemische Arbeiten.

schen Eigenschaft hingedeutet war, so dauerte es doch noch einige Jahre, bis darüber eine zusammenhängende Theorie bestimmter ausgesprochen wurde. Es geschah dies zuerst durch Humphry Davy, dessen elektromische Arbeiten von 1806 an die Aufmerksamkeit aller Chemiker auf sich zogen.

Der nächste Anlaß zu Davy's elektrochemischen Untersuchungen war die Prüfung der damals mit großer Zuversicht publicirten Angaben über die Entstehung neuer Körper aus Flüssigkeiten, die nichts davon enthalten, unter dem Einfluß der galvanischen Elektricität. Daß man namentlich aus reinem Wasser durch den Galvanismus Säuren und Alkalien hervorbringen könne, wurde von vielen Seiten im Anfang des 18. Jahrhunderts behauptet. Da die Arbeiten, welche mit diesen Behauptungen in Verbindung stehen, zu der damaligen Zeit als die wichtigsten elektrochemischen galten, so glaube ich dieselben hier besprechen zu müssen.

Bei den ersten Versuchen über Wasserzersetzung wurde bereits die Bildung einer Säure an dem positiven, die Bildung eines Alkali's an dem negativen Zuleitungsdrahte bemerkt, und die oben angegebenen Beobachtungen über die Veränderung der Pflanzenfarben vermittelst galvanischer Elektricität durch diese Bildung neuer Körper erklärt. Auch in Wasser, welchem keine Pflanzentinctur zugesetzt war, wurde die Bildung von Säure und Alkali beobachtet, und Cruikshank bestimmte bereits 1800 die Säure als Salpetersäure, des Alkali als Ammoniak, was von mehreren Naturforschern bestätigt wurde. Andere aber erhielten entgegengesetzte Resultate. Simon stellte viele Versuche in dieser Beziehung an, und behauptete, vollkommen reines Wasser bilde bei Anwendung von Gold- und Platindrähten zum Durchleiten des Galvanismus weder eine Säure noch ein Alkali; nur bei Gegenwart einer, übrigens noch so unbeträchtlichen, Menge von vegetabilischer oder thierischer Substanz gehe diese Säure- und Alkalibildung vor sich, und zwar bilde sich Salzsäure und Ammoniak; nur bei Anwendung von Silberdrähten bilde sich, auch in vollkommen reinem Wasser, Salpetersäure. Noch andere Gelehrte erhielten neben dem Ammoniak nie Salpetersäure, sondern stets Salzsäure. Viel Aufsehen erregte namentlich 1805 die angebliche Entdeckung eines Italieners Francesco Pacchiani, daß durch die Einwirkung der galvanischen Elektricität auf vollkommen reines Wasser Salzsäure und ein fixes Alkali, Natron, gebildet werde, vorzüglich durch die Erklärung, die der Entdecker darüber gab, indem

er annahm, Salzsäure, Chlor und Wasser seien verschiedene Oxydationsstufen des Wasserstoffes, der durch eine Ueberoxydirung sich sogar in Natron verwandeln könne. Die Richtigkeit der Thatsache wurde durch mehrere damals sehr geachtete Autoritäten, von denen ich hier nur Brugnatelli[1]) in Pavia und die Mitglieder der galvanischen Societät in Paris nennen will, als richtig bestätigt; durch andere aber, namentlich durch Ritter, wurde sie sogleich als unrichtig bekämpft, und als Erklärung der Täuschung angegeben, daß doch bei allen Versuchen, wo man mit reinem Wasser zu operiren glaubte, animalische oder vegetabilische Materie mit zugegen gewesen wäre, von welcher die Salzsäure und das Natron abstammen sollte. Davy's elektrochemische Arbeiten.

Durch alle diese widersprechenden Angaben war eine große Unsicherheit hinsichtlich der Zersetzung durch Galvanismus hervorgerufen worden, welche aufzuklären um so wichtiger war, als viele damalige Gelehrte glaubten, durch die galvanische Elektricität könne über die Bildung und über die Natur von Stoffen mehr Auskunft erhalten werden, als mit den sonst gewöhnlichen Hülfsmitteln möglich sei; wie denn Viele die Entstehung von Säure und Alkali aus Wasser durch Galvanismus als eine Erzeugung dieser Körper aus ihren Elementarbestandtheilen ansahen. Vollkommenen Aufschluß über alle hierbei vorkommenden Erscheinungen gab zuerst H. Davy, der im Verlauf seiner Untersuchungen die unhaltbaren Schwindeleien vieler seiner Vorgänger über die Zusammensetzung gewisser Körper widerlegte, aber in derselben Beziehung ungleich wichtigere Entdeckungen constatirte. Davy löste 1806 alle Widersprüche, welche die im Vorstehenden erwähnten Angaben verursacht hatten, durch die einfache Darlegung, daß bei Zersetzung von reinem Wasser durch Galvanismus Salzsäure und Natron nur dann auftreten kann, wenn diese Stoffe in den Gefäßen, in denen man das Wasser der Zerlegung unterwirft, schon enthalten sind.

---

[1]) Luigi Brugnatelli, geboren 1750, starb 1818 als Professor der Chemie an der Universität zu Pavia. Er hat sich um die Verbreitung der Chemie in seinem Vaterlande rühmlich verdient gemacht durch seine Elementi di chimica (1795) und besonders durch seine Zeitschriften Annali di chimica (1790 — 1793), Annali di chimica e storia naturale (von 1794 an), Bibliotheca fisica di Europa (1788 — 1791), Giornale fisico-medico (von 1794 an). Gemeinschaftlich mit Configliachi gab er (von 1808 an), das (nach seinem Tode bis 1826 fortgesetzte) Giornale di fisica, chimica e storia naturale heraus.

Davy's elektro-chemische Arbeiten.

Dieser Einfluß der Gefäße war allen früheren Naturforschern entgangen; Davy zeigte, daß aus Körpern, die für sich von Wasser gar nicht angegriffen werden, doch Bestandtheile abgeschieden werden können, wenn die Wirkung starker galvanischer Apparate hinzukommt. Je nach dem Material des Gefäßes, welches mit Wasser gefüllt war, in das die Pole der Säule eintauchten, schied er aus Glas das Alkali ab, aus Marmor, Serpentin, und Zeolithen schied er Natron, aus Lepidolith und Lava schied er Kali ab, aus Achat und Basalt erhielt er Salzsäure und Natron. Bot das Gefäß, worin die Zerlegung des Wassers vorgenommen wurde, keine zersetzbare Substanz (bestand es z. B. aus Gold oder Platin), so war die Menge von erzeugter Säure und Alkali äußerst gering; wie schon früher beobachtet worden war, bildete sich in diesem Fall Salpetersäure und Ammoniak, aber nicht, wie Einige früher angenommen hatten, unmittelbar aus den Bestandtheilen des Wassers, sondern auf Kosten des Stickstoffs der in dem Wasser absorbirt gewesenen atmosphärischen Luft.

Die vielfachen Versuche, welche Davy bei dieser Gelegenheit über die Zersetzung von Salzen anstellte (wobei er namentlich noch die interessante Thatsache des Ueberführens der einzelnen Körper durch die Elektricität entdeckte, wenn er die zu zersetzenden Flüssigkeiten in verschiedene, durch befeuchtete Asbeststreifen mit einander communicirende Gefäße brachte, in deren eins der positive, in das andere der negative Polardraht tauchte) leiteten ihn zu der Annahme, daß alle Substanzen, welche chemische Affinität zu einander haben, in verschieden elektrischem Zustande sind, und daß die Stärke der Affinität zwischen zwei Körpern proportionirt ist der Intensität der elektrischen Spannung zwischen beiden. — Was Ritter [1]) schon 1798 gemuthmaßt hatte: »da im totalen dynamischen Proceß, dem sogenannten chemischen, auch der partielle, der elektrische, enthalten ist, wie im Ganzen der Theil, so darf die Ankündigung nicht befremden, daß das System der Elektricität zugleich das System der Chemie und umgekehrt

Davy's elektrochemische Theorie.

---

[1]) Johann Wilhelm Ritter starb 1810 als Akademiker und Professor zu München. Seine naturhistorischen Forschungen gingen hauptsächlich auf den Galvanismus; zahlreiche Beobachtungen legte er nieder in seinen Schriften: »Beweis, daß ein beständiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreiche begleite« (1798); »Beiträge zur näheren Kenntniß des Galvanismus« (1800); »das elektrische System der Körper« (1805); »Physikalisch-chemische Abhandlungen« (1806) u. a.

werden wird«, begann nun von H. Davy auf experimentelle Grundlage hin ausführlicher entwickelt zu werden. Bereits 1806 sprach dieser bestimmt aus, daß chemische Verbindungen und Zersetzungen abgeleitet werden müssen von elektrischen Attractionen und Repulsionen, und daß die chemischen und die elektrischen Erscheinungen von derselben Ursache hervorgebracht werden. Volta's Beobachtungen, daß durch den Contact zweier verschiedener Metalle eine elektrische Spannung erzeugt wird, erweiterte Davy durch die Wahrnehmung, daß allgemein diese Spannung um so stärker sich zeigt, je größer die gegenseitige Verwandtschaft der sich berührenden Körper ist, daß diese elektrische Spannung bei allen denjenigen Körpern hervorgebracht und bemerklich gemacht werden kann, welche gegenseitige Verwandtschaft zu einander besitzen. Noch zeigte er aus seinen Versuchen, daß mit der Temperatur, welche die Stärke der Verwandtschaft der Körper zu einander steigert, auch die Intensität der elektrischen Spannung bei den in Berührung stehenden Körpern erhöht wird. Die allgemeine Schlußfolgerung, welche Davy aus allen seinen Beobachtungen zog, und die er zwar wie oben erwähnt schon früher andeutete, aber namentlich in seinen 1812 erschienenen Elements of chemical Philosophy aussprach, war die, daß chemische Veränderungen und elektrische Veränderungen, wenn auch als verschiedene Erscheinungen, doch als Wirkungen einer und derselben Kraft anzusehen seien; daß elektrische Erscheinungen eintreten, wenn die Körper in größeren Massen auf einander wirken, während die chemischen auf einer Wirkung der kleinsten Theilchen der Körper auf einander beruhen; daß dieselbe Kraft, welche die Körper in die entgegengesetzten Verhältnisse von positiv- und negativ-elektrischem Zustand versetzt und ihnen also Anziehungsvermögen zu einander mittheilt, auch den kleinsten Theilchen der Körper Anziehungsvermögen zu einander ertheilt und sie in den Stand setzt, sich zu chemischen Verbindungen zu vereinigen, wenn sie Freiheit der Bewegung haben. Sowohl die Resultate seiner eben erwähnten Versuche, als auch die bekannte Erscheinung, daß mit der Bildung einer chemischen Verbindung häufig Entwicklung von Licht und Wärme verbunden ist, schienen ihm für diese Folgerung zu sprechen, daß die Verwandtschaft eine Folge elektrischer Spannung sei. Es werden hiernach die Bestandtheile einer Verbindung durch die elektrische Spannung, welche sie durch wechselseitige Berührung einnehmen, vereinigt; bei der Vereinigung tritt eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten ein; die elektrochemische

Davy's elektrochemische Theorie.

Davy's elektrochemische Theorie.

Zerlegung ließe sich betrachten als eine Zurückversetzung der kleinsten Theilchen der Bestandtheile in den Zustand, den sie vor ihrer Vereinigung hatten, durch Zuführung der Elektricität, die damals in ihnen frei war. Der Bestandtheil, der auf diese Art bei der elektrochemischen Zerlegung negative Elektricität sich aneignet, indem er aus der Verbindung mit einem andern Körper austritt, wird von dem positiven Polardraht angezogen und scheidet sich an ihm ab. Aber hieraus ergiebt sich auch, daß jener Bestandtheil negativ elektrisch ist, wenn er mit dem andern Körper eine Verbindung eingeht. Das elektrische Verhalten der Körper zu einander läßt sich also daran erkennen, an welchem Polende eines galvanischen Apparats sie aus einer Verbindung ausgeschieden werden; Sauerstoff, Chlor, Säuren z. B. verhalten sich negativ elektrisch gegen Wasserstoff, Metalle und Oxyde, die man als positiv elektrisch gegen die ersteren erkennt, weil Sauerstoff u. s. w. sich aus ihren Verbindungen an dem positiven Polardraht ausscheiden, während Wasserstoff u. s. w. an dem negativen auftreten. Davy nahm übrigens an, die elektrochemische Zersetzung finde nur an den Berührungsstellen der Polardrähte mit der zu zersetzenden Flüssigkeit Statt; in dieser Beziehung stimmte er mit allen seinen Zeitgenossen überein, namentlich mit Grotthuß, der 1805 die erste annehmbare Erklärung dafür gab, weßhalb die getrennten Bestandtheile nur an den Polardrähten, nicht in dem Raume zwischen ihnen, sich ausscheiden, indem er annahm, der an dem einen Polardraht nicht sich abscheidende Bestandtheil verbinde sich mit dem zunächst gelegenen andern des benachbarten Atoms der Verbindung, und so pflanze sich die Zersetzung bis zu dem andern Polardraht fort, wobei indeß die in dem Raume zwischen den Polardrähten stattfindenden Zersetzungen und Bildungen der Verbindung nicht wahrnehmbar sein können (vergl. I. Theil Seite 407).

Davy's Theorie fand um so mehr Eingang unter den Chemikern, um je wichtiger die neuen Thatsachen waren, welche er im Verfolg seiner Untersuchungen auffand; diese experimentellen Entdeckungen über die Zersetzung von Verbindungen durch Galvanismus schienen eine Bestätigung der theoretischen Ansichten des Entdeckers zu sein. Die Einzelnheiten der Resultate, welche Davy hinsichtlich der Zerlegung chemischer Verbindungen von 1807 an erlangte, habe ich zum Theil schon im I. Thle. S. 378 berührt, und werde auf die wichtigsten noch in dem folgenden Theile zurückkommen.

Davy's elektrochemische Theorie.

Nach Davy's Theorie sollte die Elektricität, welche durch den Contact heterogener Körper hervorgebracht wird, zugleich der Ausdruck für die chemische Verwandtschaft dieser Körper unter sich sein; er sah in der Berührung heterogener Körper jedenfalls die erste Bedingung zur Erzeugung einer elektrischen Spannung, wenn er auch zugestand, daß chemische Veränderungen der heterogenen Körper zur Erhaltung eines elektrischen Stromes nothwendig seien. Insofern seine Theorie auf diese Ansicht sich gründete, mußte sie von ihrer allgemeinen Autorität verlieren, sobald nicht mehr allgemein der Contact als Ursache der Elektricitätserzeugung angenommen wurde. Daß aber dies der Fall sei, wurde, früherer wiedersprechender Behauptungen nicht zu gedenken, vorzüglich seit 1821 etwa bestritten, und Wollaston war es hauptsächlich, der zu beweisen suchte, daß bloßer Contact nie Elektricitätserscheinungen hervorbringen könne, sondern daß die Erregung einer elektrischen Spannung bei den galvanischen Vorgängen nur auf der chemischen Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander beruhe, daß hierbei die Elektricitätsäußerung Folge des chemischen Processes sei. Es gehört ausschließlich in die Geschichte der Physik, den Streit zwischen den Anhängern der Contact- und denen der chemischen Theorie des Galvanismus zu verfolgen, und es würde die hier einzuhaltenden Grenzen weit überschreiten, auf eine historische Entwicklung dieser noch unentschiedenen Streitfrage einzugehen. Für uns ist hier nur zu bemerken, daß die Zulässigkeit der Davy'schen Theorie um so mehr in Zweifel gezogen wurde, je mehr die Chemiker sich von der Contacttheorie lossagten, und wir haben nun die anderen Theorien zu betrachten, welche später aufgestellt wurden, um die Affinitätserscheinungen als Folgen des elektrischen Zustandes der Körper zu erklären, ohne jedoch als alleinige Quelle der elektrischen Spannung den Contact verschiedenartiger Körper vorauszusetzen. In Bezug für die Chemie ist nur diejenige Ansicht von Wichtigkeit geworden, nach welcher jedes einzelne Atom eines jeden Stoffes zwei Pole besitzt, die mit entgegengesetzter Elektricität begabt sind. Es dürfte indeß um so unnöthiger sein, diese Theorie in der Ausbildung, wie sie Berzelius aufgestellt hat, hier weitläufig zu besprechen, als sie die noch immer fast von allen Chemikern angenommene ist, und somit der Geschichte der Chemie noch nicht anheimgefallen erscheint. Nur in Beziehung auf die Zeit ihrer Entstehung und einiges sonstige damit im Zusammenhang Befindliche mögen hier wenige Andeutungen Platz finden.

Schweigger's elektrochemische Theorie.

Den ersten Versuch einer Theorie, wonach den kleinsten Theilchen der Körper Pole mit entgegengesetzter Elektricität zugeschrieben werden, und diese Polarität als die Ursache der chemischen Erscheinungen angesehen wird, machte Schweigger[1]). Bereits von 1812 an, also schon zu einer Zeit, wo die Davy'sche Theorie noch fast allgemein als richtig anerkannt war, stellte er eine krystallelektrische Theorie, wie er sie nannte, auf, welche nicht allein die Affinitätserscheinungen, sondern auch die physikalischen Verhältnisse der Körper, namentlich den Aggregationszustand, erklären sollte. Er dachte sich alle Körper als aus krystallinischen kleinsten Theilchen (Differentialen, die er jedoch von den eigentlichen Atomen unterschied) bestehend, deren Krystallgestalt die der Körper selbst ist; ein solches krystallinisches kleinstes Theilchen soll so viele Pole haben, als seiner Gestalt Ecken zukommen. Die sich diametral entgegengesetzten Pole enthalten entgegengesetzte Elektricitäten, so lange der Körper fest oder tropfbar flüssig bleibt; ist der Körper fest, so stehen die freien Elektricitäten in den entgegengesetzten Polen nicht im Gleichgewicht mit einander, sondern in den Säuren z. B. enthalten die negativen Pole mehr freie Elektricität als die positiven, während in den Oxyden das Umgekehrte stattfindet. Mit dem Flüssigwerden eines Körpers soll diese Verschiedenheit in der Stärke der entgegengesetzten Elektricitäten aufhören, also dann die freie Elektricität der negativen Pole mit der freien Elektricität der positiven Pole gleich stark sein; aus diesem Gleichgewicht der Elektricitäten in Flüssigkeiten soll die leichte Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen als Folge hervorgehen. Der Uebergang in den elastisch flüssigen

---

[1]) Johann Salomo Christoph Schweigger ist zu Erlangen 1779 geboren. Er studirte in seiner Vaterstadt die Naturwissenschaften, und habilitirte sich daselbst 1800 als Privatdocent. 1803 wurde er zum Professor der Mathematik und Physik an dem Gymnasium zu Baireuth ernannt, 1811 übernahm er dieselbe Lehrstelle an der Gewerbsschule zu Nürnberg. Nach einer 1816 durch Frankreich und England unternommenen Reise lebte er ein Jahr in München als Mitglied der dortigen Akademie; dann übernahm er die Professur der Physik und Chemie in Erlangen. 1819 folgte er einer Berufung für dieselben Lehrfächer nach Halle. 1811 hatte er die Redaction des von Gehlen bisher geleiteten Journals für Physik und Chemie übernommen, welches er bis 1833 herausgab. — In der Geschichte der Physik ist sein Name durch die Erfindung des Multiplicators zur Messung galvanischer Ströme (1820) ausgezeichnet; in der letzten Zeit beschäftigten ihn vorzugsweise Untersuchungen über die naturhistorischen Kenntnisse und ihre mysteriöse Bezeichnung bei den Völkern des Alterthums.

Zustand soll endlich darauf beruhen, daß alle Pole eines Körpers dieselbe Elektricität annehmen, indem die Expansionskraft der Gasarten als elektrische Abstoßung angesehen wird. — Die chemische Verbindung beruht nach Schweigger auf der Anziehung entgegengesetzt elektrischer Pole der kleinsten Theilchen verschiedener Körper; die Resultate, die hieraus abgeleitet werden, stehen im Einklang mit der Lehre von den bestimmten Verbindungsverhältnissen, insofern Schweigger doch seinen hypothetischen krystallinischen kleinsten Theilchen im Wesentlichen, namentlich in Beziehung auf Gewichtsverhältnisse, die Eigenschaften beilegte, die den Atomen im chemischen Sinne zukommen. So z. B. erklärte Schweigger, indem er die Zahl der Pole an einem kleinsten Theilchen beschränkt annahm, und aus der Definition der Bildung einer chemischen Verbindung als einer Aneinanderlagerung entgegengesetzt elektrischer Pole der Bestandtheile, daß chemische Verbindungen nicht nach allen möglichen, sondern nur nach wenigen Verhältnissen statthaben können. Schweigger's elektrochemische Theorie.

Schweigger's Theorie erfreuete sich nie allgemeineren Beifalls. In ihr finden sich indeß zwei Punkte, welche hervorgehoben zu werden verdienen, weil sie sich in der elektrochemischen Theorie, die später die herrschende wurde und noch die verbreitetste ist, wieder finden. Ich meine die Annahme von Polen in Einem kleinsten Theilchen eines Körpers und die Annahme von verschieden großer Menge oder Intensität freier Elektricität in jedem dieser Pole, welche beide auch Berzelius seiner scharfsinnigen elektrochemischen Theorie zu Grunde legte.

Berzelius stellte seine elektrochemische Theorie 1819 vollständig auf; von 1813 an jedoch erwähnte er bereits dahin Bezügliches. Diese Theorie war allen chemischen Erfahrungen so gut angepaßt, daß noch keine neuere Beobachtung sie widerlegt hat. Berzelius nahm eine elektrische Polarität der Atome aller Körper an, wobei die Menge der Elektricität in dem einen Pol der in dem andern nicht gleich zu sein braucht, sondern sie überwiegen kann. So hat in dem Sauerstoff die negative, in dem Kalium die positive Elektricität das Uebergewicht. Von dem größeren oder geringeren Vorwalten der Elektricität des einen Pols gegen die des andern hängt die Stelle ab, welche ein Körper in der elektrischen Reihe einnimmt. Berzelius berücksichtigte aber noch außerdem, daß die absolute Menge der in einem Pole vorhandenen Elektricität bei verschiedenen Körpern ver- Berzelius' elektrochemische Theorie.

Berzelius' elektrochemische Theorie.

schieden sein könne, und diese Verschiedenheit in der absoluten Menge der in einem Pole enthaltenen Elektricität bei verschiedenen Körpern bezeichnete er als Intensität der Polarisation. Berzelius sprach aus, daß die Affinität nur in der Intensität der elektrischen Polarisation besteht, und daß die letztere von der Temperatur abhängig ist. Chemische Verbindung beruht hiernach auf dem Aneinanderlagern der entgegengesetzt elektrischen Pole der kleinsten Theilchen zweier verschiedener Körper, wobei sich die entgegengesetzten Elektricitäten dieser Pole zu Wärme und Feuer verbinden, und vollständige oder theilweise Neutralisation der entgegengesetzten Elektricitäten eintritt. Es stellte sich hiernach die Erfahrung, daß die Verwandtschaftsäußerungen besonders dann eintreten, wenn beide auf einander wirkende Körper, oder doch wenigstens einer derselben, flüssig sind, einfach als Folge dieser elektrochemischen Theorie heraus, indem die chemische Vereinigung, das Aneinanderlagern der entgegengesetzt elektrischen Pole der verschiedenen Körper, nur dann vor sich gehen kann, wenn diese kleinsten Theilchen hinlängliche Freiheit der Bewegung haben. Berzelius kam zu dem Schluß, daß, was wir chemische Affinität oder Verwandtschaft nennen, mit allen ihren Abänderungen, nichts anderes ist, als die Wirkung der elektrischen Polarität der kleinsten Körpertheilchen, daß also die Elektricität die erste Ursache aller chemischen Wirkungen ist.

Wir haben so die Betrachtung der verschiedenen Theorien über die Affinität von der frühesten Zeit, wo Ansichten über diesen Gegenstand ausgesprochen wurden, bis auf die Gegenwart fortgesetzt. Bei der Berzelius'schen Theorie konnte sich um so kürzer gefaßt werden, da sie die noch von den meisten Chemikern angenommene ist, und ihre Erörterung deßhalb passender in den Lehrbüchern, als in einer Geschichte der Chemie ihren Platz findet. Dieselbe Rücksicht läßt die Besprechung einiger neueren elektrochemischen Theorien und mehrerer anderen, noch schwebenden, Fragen hier unterbleiben; unerwähnt darf jedoch bei einer geschichtlichen Darstellung der Bemühungen, einen Zusammenhang zwischen Elektricitäts- und Affinitätserscheinungen zu begründen, die wichtige Entdeckung Faraday's nicht bleiben, der 1834 auffand, daß ein gleich starker elektrischer Strom, durch verschiedene zersetzbare Körper nach einander geleitet, aus ihnen allen gleiche Aequivalente der verbundenen Körper abscheidet. Es bringt diese Entdeckung die Lehre von dem Elektrochemismus in einen innigeren Zusammenhang

mit den Gesetzen der Affinität hinsichtlich der Quantitäten, in welchen sich die verschiedenen Stoffe vereinigen; man kann fast von allen früheren Bestrebungen und Theorien in dieser Beziehung sagen, daß sie nur die qualitativen Erscheinungen der Verwandtschaft zu erklären beabsichtigten. — Die quantitativen Verhältnisse, welche bei der Vereinigung heterogener Stoffe zu einer chemischen Verbindung sich zeigen, haben wir im Vorhergehenden noch nicht oder doch nur in der Art, wie sie gerade zum Verständniß einzelner Theorien über das Wesen der Verwandtschaft zu berücksichtigen waren, erwähnt. Wir wollen die Art, wie die Gesetze über die Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Bestandtheile bei der Vereinigung zu einer Verbindung erkannt wurden, nun zum Gegenstand einer besonderen Untersuchung machen. Wir haben diesen Gegenstand als einen einzelnen Theil der Lehre von der Eigenthümlichkeit und der Zusammensetzung der chemischen Verbindungen zu betrachten, um einen klaren Ueberblick darüber zu gewinnen; Einiges über die Erkenntniß des Begriffs einer chemischen Verbindung ist deßhalb noch vorauszuschicken.

Erkenntniß des Begriff's: chemische Verbindung.

Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Zweck des vorliegenden Abschnittes ist, zu untersuchen, wie sich die Ansichten entwickelten und berichtigten über die chemische Verbindung, wie man zuletzt dazu kam, sie anzusehen als das Product, entstanden aus dem Zusammentreten von Bestandtheilen, welche darin nach ihrer Natur noch unverändert enthalten sind und daraus wieder abgeschieden werden können.

In den frühesten Zeiten der Chemie wurde im Allgemeinen jeder durch besondere Eigenschaften ausgezeichnete Körper als ein ens sui generis betrachtet, als ein eigenthümlicher Körper, bei welchem die Zusammensetzung kaum ein Gegenstand eigentlicher Untersuchung war. Die Bildung eines neuen Körpers durch das Aufeinanderwirken verschiedener Substanzen wurde als ein wahres Schaffen angesehen, nicht als ein Vereinigen verschiedener Bestandtheile zu einer Verbindung oder als ein Abscheiden eines Bestandtheils zu einer Verbindung. Wo vor dem 16. Jahrhundert davon die Rede ist, daß ein bestimmter Körper ein Bestandtheil eines andern sei, daß er schon fertig gebildet in einem andern enthalten sei, scheint im Allgemeinen der Begriff einer Mischung, nicht der einer chemischen Verbindung, vorgewaltet zu haben In diesem Sinne ist z. B. früh von Erzen die Rede, welche bestimmte Metalle enthalten, in diesem Sinne ist von dem Salz als einem Bestandtheil des Salzwassers die Rede. Es scheint im Allgemeinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte die herrschende Ansicht gewesen zu sein, daß mit dem chemischen Einwirken zweier Körper auf einander die eigenthümliche Natur eines jeden von diesen vernichtet wird, daß der aus ihnen entstehende Körper ein neuer ist, an Eigenthümlichkeit jedem der früheren vergleichbar. Wo wir jetzt sagen: wir können aus einem bestimmten Körper einen eigenthümlichen ausscheiden, da sagte man früher: jener

bestimmte Körper ist geschickt, um diesen eigenthümlichen hervorzubringen; die Darstellung wurde gewissermaßen als ein Act des Schaffens betrachtet. Die von Einigen, z. B. von Geber, geäußerten Ansichten über die Zusammensetzung einiger Körper, deren wir gleich erwähnen werden, waren nur theoretische, die hinsichtlich der Anstellung und Erklärung der chemischen Processe nicht den geringsten Einfluß ausüben. Nur aus einer solchen Anschauungsweise der Eigenthümlichkeit jedes chemisch individuellen Stoffes, nur aus einer solchen Ansicht, daß die Darstellung eines jeden Körpers ein Schaffen von etwas vorher noch nicht Existirendem sei, läßt es sich erklären, wie von so Vielen die Möglichkeit der Hervorbringung von Gold, Silber u. s. w. vertheidigt wurde, wie von Paracelsus im 16. Jahrhundert das Entstehen von Kupfer in einer Auflösung von blauem Vitriol, in welche man metallisches Eisen legt, als eine Hervorbringung von vorher noch nicht existirt habendem Kupfer angesehen wurde (eine Meinung, die sich bis in das 17. Jahrhundert erhielt), wie dieser Proceß als gleich wichtig und gleich wunderbar betrachtet wurde mit dem angeblichen, daß durch eine gewisse Behandlung des salpetersauren Bleies mit Salmiak und Aetzkali wirkliches Quecksilber erhalten werden könne.

Frühere Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Eine klarere Einsicht über das Verhältniß einer Verbindung zu ihren Bestandtheilen entwickelte sich erst im 17. Jahrhundert. Daß einzelne Körper zusammengesetzt sind, und zwar, daß ähnliche Körper aus ähnlichen Bestandtheilen bestehen, findet sich zwar schon bei Geber erwähnt. Bei der speciellen Betrachtung dieses Chemikers (Theil I, Seite 55) habe ich schon seiner Ansichten über die Constitution der Metalle gedacht, und werde bei Betrachtung der verschiedenen Meinungen über die Metalle noch einmal darauf zurückkommen. Hier genügt es, kurz zu erinnern, daß Geber alle Metalle als aus Quecksilber und Schwefel (von verschiedener Reinheit und in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden) zusammengesetzt ansah. Geber betrachtete Quecksilber und Schwefel als wahre Bestandtheile der Metalle, aber diese Bestandtheile waren nicht darstellbar; was er in dieser Beziehung Quecksilber und Schwefel nannte, waren nicht die unter diesem Namen wirklich existirenden Substanzen. Insofern hat Geber's Ansicht wenig Licht auf das Verhältniß zwischen einer Verbindung und ihren Bestandtheilen geworfen; eine Erkenntniß dieses Verhältnisses konnte erst dann sich Bahn brechen, als man verschiedene Stoffe in darstellbare Bestandtheile zu zerlegen suchte, als man bestimmte Körper, die

Geber's Ansicht darüber.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

eine Verbindung zu Wege bringen können, in dieser Verbindung nachzuweisen suchte.

Während des ganzen Zeitalters der Alchemie blieb der richtige Begriff der chemischen Verbindung unbekannt. Aeußerte auch der eine oder andere Chemiker naturgemäße Ansichten, so wurden diese doch keineswegs allgemein angenommen. So z. B. sprach Norton schon 1477 in seinem Crede mihi aus, daß die Metalle in ihren Auflösungen noch unverändert enthalten sind: Metalla manent in sua integra compositione, cum ab aquis fortibus dissolvuntur; allein alle seine Zeitgenossen und nächsten Nachfolger waren doch noch der Meinung, ein Bestandtheil, der in eine Verbindung eingehe, werde dadurch seiner ganzen Natur nach vernichtet. Erst gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts erscheinen einzelne Andeutungen über einen richtigeren Begriff der chemischen Verbindung. Angelus Sala betrachtete schon in seiner Synopsis aphorismorum chymiatricorum (1620) den Salmiak als aus Salzsäure und flüchtigem Laugensalz zusammengesetzt, und derselbe wußte, daß das Kupfer, was sich durch Eisen aus einer Lösung von Vitriol niederschlagen läßt, in dem letzteren Körper bereits enthalten ist. Aber als den ersten Chemiker, welcher sich klarer ausgesprochen hat, haben wir van Helmont zu nennen. In seinen 1648 herausgekommenen Schriften (er starb schon 1644) wird zuerst die Meinung ausgesprochen, daß ein Metall, in einer Säure gelöst, doch noch darin mit allen seinen Eigenthümlichkeiten enthalten ist; daß das Metall nicht durch diese Verbindung mit der Säure von Grund aus zerstört wird und sich ein neuer ganz eigenthümlicher Körper bildet, sondern daß sich in der Auflösung noch das Metall unverändert befindet. Er spricht dies besonders aus, wo er von der Auflösung des Silbers in Salpetersäure redet: Licet argentum, in chrysulca dissolutum, periisse, quatenus aquae forma, videatur, permanet tamen in pristina sui essentia; prout sal in aqua solutum, sal est, manet, et inde reperitur, sine salis mutatione. Auf diese Ansicht gestützt, suchte er zu beweisen, daß das niederfallende Kupfer, bei dem Einlegen von Eisen in Cementwasser, kein neu geschaffenes sei, daß hierbei keine Metallverwandlung eintrete, sondern daß der Vorgang darauf beruhe, daß in dem Cementwasser bereits Kupfer enthalten sei. — Auch hebt er noch besonders und an verschiedenen Stellen hervor, daß ein Körper, mit einem andern vereinigt, und dann wieder abgeschieden, dasselbe Gewicht zeigt, wie zuvor. Namentlich zeigt er dies an der Kieselerde, die er mit Kali zu Glas

Van Helmont's Ansicht darüber.

schmelzen, auflösen und mit Säure wieder niederschlagen läßt, wo nach ihm niederfällt arena eodem pondere, quae prius, faciundo vitro, aptabatur, oder auch: separatur ab alcali, pondere pristini pulveris lapidum. Daraus schließt er: Terra ergo immutata persistit. — Ebenso hat van Helmont zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß sich bei Bildung chemischer Verbindungen häufig Wärmeentwicklung zeigt. Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen.

Weiter noch in der Erkenntniß der Bestandtheile vieler Verbindungen drang Glauber vor. Er hatte in die Zusammensetzung der meisten zu der damaligen Zeit bekannten Salze klare Einsicht, er hatte sie sich verschafft theils durch Beachtung des Umstandes, aus welchen Bestandtheilen eine Verbindung gebildet wird, theils durch Untersuchung, in welche Bestandtheile sich eine Verbindung zerlegen läßt. Glauber hat sich besonders in seinem Werke novi furni philosophici, 1648, darüber mehrfach ausgesprochen, und aus diesem ist die folgende kurze Darstellung seiner Kenntnisse über die qualitative Constitution der Verbindungen entnommen. Er kannte die Zusammensetzung der Salze, welche aus der Vereinigung der Schwefel- und Salpetersäure mit den fixen und flüchtigen Alkalien hervorgehen, und die zum Theil lange noch nach ihm benannt wurden; hinsichtlich der Zusammensetzung des Salmiaks sagte er richtig: »in dem sal armoniac sind zweierlei Salien, nämlich ein sal acidum, commune, und ein sal volatile urinae.« Er kannte auch die Zusammensetzung mehrerer Metallchloride, welche er auf ähnliche Weise darstellte, wie das Antimonchlorid, und die Zusammensetzung dieses letzteren Körpers giebt er in verschiedenen Stellen richtig an: »Wiewohl das schwere und dicke oleum antimonii, welches man Butyrum nennt, — — nichts anders ist, als ein spiritus salis, darin der regulus Antimonii solvirt ist«, und: »daraus zu schließen, daß solches dicke oleum nichts anders sei, als eine solutio Antimonii cum spiritu salis: weilen der Spiritus Salis und Flores Antimonii eben ein solches dicke oleum oder butyrum geben.« In dieser Art bestimmte Glauber die Zusammensetzung verschiedener Verbindungen; sein Verdienst hierum ist um so größer, da er, was die genaue Angabe der näheren Bestandtheile einer Verbindung angeht, keinen Vorgänger hatte. Glauber's Kenntnisse darüber.

In den zunächst folgenden Jahren wird die Kenntniß der Zusammensetzung einzelner Verbindungen immer allgemeiner. Sylvius de le Boë und Otto Tachenius kannten die Bestandtheile mehrerer Salze; ihre Schriften, woraus dies hervorgeht, fallen zwischen 1660 und 1670.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

Der nächste Chemiker indeß, welcher die Kenntnisse in dieser Beziehung wesentlich förderte, war Boyle; seine Arbeiten hierüber gehören der Zeit von 1660 bis 1680 an. Bereits oben, Seite 307 dieses Bandes, habe ich eine Stelle mitgetheilt, aus welcher seine klare Einsicht in die Zusammensetzung mehrerer Schwefelverbindungen hervorgeht; aber ganz allgemein zeigt er über die Verhältnisse der Bestandtheile unter einander und zu ihren Verbindungen sehr genügende Kenntnisse. Bei ihm zuerst finden wir die Unterschiede zwischen einfacheren und complicirteren Verbindungen, zwischen näheren und entfernteren Bestandtheilen hervorgehoben. In seinem Chemista scepticus (1661) sagt er: Licet enim nonnulla (corpora) ex coalitionibus immediatis elementorum, ipsorumve principiorum, constare videantur, exindeque prima mista, seu mista primaria possint appellari: videtur tamen, multa corpora misceri, ut sic dicam, secundario, cum immediata ipsorum ingredientia non sint elementaria, sed haec mista primaria modo commemorata, atque ex pluribus eorum, quae sunt generis hujus secundarii mixtorum, emergere per ulteriorem compositionem potest tertium genus, et ita deinceps. — Boyle hatte den Begriff der chemischen Verbindung so wohl gefaßt, daß es ihm sogar möglich war, sich eine Frage vorzulegen, die noch in der neuesten Zeit erörtert wird; nämlich ob Verbindungen von ungleicher Ordnung sich wieder vereinigen können, z. B. ein Element mit einer Verbindung, oder ob auch zwischen Substanzen von verschiedenem Grade der Zusammensetzung weitere Vereinigung möglich ist. Er entschied sich für das letztere: Neque est improbabile, quaedam corpora ex corporibus mixtis, non quae omnia ejusdem sint ordinis, sed diversorum, constitui; ut (exempli causa) concretum aliquod constare ex ingredientibus potest, quorum unum potuit esse corpus mixtum primarium, alterum vero secundarium; — — vel forte compositum esse ex mixtis corporibus potest, quorum alia ad primum, alia ad tertium genus pertinent. — Aber nicht nur für die theoretische Anschauung der Verbindung, sondern auch für die praktische Ausmittelung der Bestandtheile hat Boyle viel gethan. In der geschichtlichen Uebersicht der Ausbildung der analytischen Chemie sind mehrfach Belege enthalten, wie er die Bestandtheile der verschiedenartigsten Verbindungen zu bestimmen mit Erfolg versuchte. Ich brauche mich deßhalb hier nicht länger mit einer Aufzählung der Körper aufzuhalten, deren qualitative Zusammensetzung Boyle richtig erkannte; bemerken will ich indeß

noch, daß auch für ihn es hauptsächlich die Salze waren, deren Zusammensetzung er zu bestimmen suchte. In Verbindung hiermit steht noch eine Beobachtung von ihm, die zwar schon den älteren Chemikern nicht entgangen sein konnte, die ich indeß bei Boyle zuerst bestimmt ausgesprochen finde, daß nämlich die hervorstechendsten Eigenschaften der Bestandtheile verschwinden, wenn diese sich zu Verbindungen vereinigen. Besonders fiel ihm auf, daß in den Salzen die ätzende Eigenschaft beider Bestandtheile, der Säuren wie der Laugensalze, verschwunden ist, und er schenkte dem Gegenstande gebührende Aufmerksamkeit. In seinem Werke Tentamina quaedam physiologica (welches 1661 herauskam) spricht er, wo er von dem Salpeter handelt, ganz allgemein aus, daß zwei vollkommen unähnliche Körper sich in der Art verbinden können, ut ex utriusque arcto coalitu tertium quoddam corpus progeneretur qualitatibus novis imbutum. Boyle wußte indeß, daß wenn auch die Eigenschaften der Bestandtheile in der Verbindung untergehen, ähnliche Eigenschaften der Verbindungen doch oft auf eine gewisse Analogie in der Zusammensetzung schließen lassen; daß z. B. die blaue oder grüne Farbe eines Salzes eine Andeutung von Gehalt an Kupfer ist, daß Körper von bestimmten chemischen Eigenschaften, wie Säuren und Alkalien, bei ihrer Verbindung immer Körper von gemeinsamen Eigenschaften, salzartige Verbindungen, geben.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boyle's Ansichten.

Wenige von Boyle's unmittelbarsten Nachfolgern haben für die Erkenntniß der Natur der chemischen Verbindungen so viel gethan, als er. Gleichzeitig mit ihm, 1668, beschäftigte sich noch ein anderer englischer Gelehrter, Mayow, mit der Untersuchung des Verhältnisses der Bestandtheile zu der Verbindung, welche sie bilden. Mayow's Untersuchungen gingen weniger darauf, für viele einzelne Fälle die Zusammensetzung auszumitteln, aber seine klare Einsicht in das Allgemeine der Sache ist bemerkenswerth. Er sprach aus, daß bei Bildung einer chemischen Verbindung von den Bestandtheilen Nichts verloren geht; daß wenn auch die entstehende Verbindung ganz andere Eigenschaften erkennen läßt, als vorher die Bestandtheile einzeln zeigten, doch keine annihilatio, wie er sich ausdrückt, der Bestandtheile stattfindet; daß die Bestandtheile mit allen ihren Eigenschaften, unverändert, in eine Verbindung eintreten, und unverändert wieder daraus dargestellt werden können.

Eben dasselbe bemühte sich auch noch Boerhave 1732 zu zeigen; ein Beweis, daß selbst noch zu dieser Zeit es nicht ganz allgemein aner-

Boerhave's Ansichten.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

kannt war, daß chemische Verbindung nur innige Vereinigung zweier Körper, nicht das Schaffen einer ganz neuen Substanz, ist. Boerhave sucht den Beweis zu führen, daß das Lösungsmittel, indem es sich mit dem aufzulösenden Körper verbindet, die kleinsten Theilchen des letzteren, also seine chemische Eigenthümlichkeit, unverändert läßt. Er spricht von der Veränderung der Eigenschaften, welche unter diesen Umständen eintritt: (Illa mutatio) vix autem apparet tribuenda verae et propriae mutationi introductae a menstruo in particulas ipsas solutas. Novi equidem principes in chemia autores aliter censere; ipsa tamen res sententiae modo prolatae favet. Und nun zeigt er, daß die edlen Metalle, in was immer aufgelöst, unverändert durch Glühen wieder erhalten werden können, daß es mit allen anderen Substanzen ähnlich sich verhält, daß also bei der Lösung (bei der chemischen Verbindung) die kleinsten Theilchen des zu Lösenden, seine individuelle chemische Natur, nicht geändert wird. Selten nur, sagt Boerhave, würden die Elemente durch Eingehen in eine Verbindung chemisch abgeändert, und auch dann wohl nur scheinbar; wie Boerhave diesen Satz durchgeführt hat, ist zu charakteristisch für die damaligen Kenntnisse über chemische Verbindung, als daß ich es hier nicht erwähnen sollte. Er sagt, es gäbe allerdings gewisse Fälle, wo man Ursache haben könnte, anzunehmen, ein Bestandtheil, der in eine Verbindung eingehe, sei nun in dieser nicht mehr unverändert enthalten. So z. B. wenn man Essig mit Bleikalk verbinde, erhalte man Bleizucker, und ob in diesem noch Essig enthalten sei, stehe dahin, denn bei der Destillation erhalte man keinen Essig, sondern eine entzündliche Flüssigkeit eigener Art. Ob aber hier wirklich eine Verwandlung der Essigsäure anzunehmen sei? Boerhave glaubt nein, denn es gebe so viele Beispiele, wo die Eigenschaften eines Körpers sich scheinbar ändern, ohne daß doch die Natur des Körpers geändert werde. Ein scharfes Messer bleibe was es ist, ob es nun in eine Scheide eingehüllt sei oder nicht; aber seine Wirkungen, seine Eigenschaften seien in beiden Fällen sehr verschieden. So auch sei es möglich, daß der Essig bei der Destillation des Bleizuckers gewisse Bleitheilchen mit herüberführe, deren Beimischung die ursprünglichen Eigenschaften des Essigs nicht mehr erkennen lasse. Diese Erklärung hält Boerhave mindestens für wahrscheinlicher, als die Annahme, ein Körper werde durch Eintritt in eine Verbindung wirklich seiner ganzen Natur nach zerstört. — Boerhave'n kommt auch noch das Verdienst zu, hauptsächlich den Unterschied zwischen chemischer

Verbindung und mechanischer Mengung hervorgehoben zu haben. Er sagt, eine chemische Verbinoung sei die, wo sich in der Ruhe die Bestandtheile nicht von einander sondern, wenn sie auch ein sehr verschiedenes specifisches Gewicht haben; bei Mengungen hingegen, namentlich bei der von Flüssigkeiten, trete eine solche Absonderung ein. Als weiteres Kennzeichen einer chemischen Verbindung hebt er hervor, daß eine solche in ihren kleinsten Theilchen überall homogene Zusammensetzung zeige, während dieses bei mechanischen Mengungen nicht der Fall sei. — Die Wärmeentwicklung und das Verschwinden der charakteristischen Eigenschaften der Bestandtheile bei Bildung einer chemischen Verbindung bespricht Boerhave als eine bekannte Sache.

Ansichten über Bestandtheile und Verbindungen. Boerhave's Ansichten.

Von Boerhave's Zeit an wird der Begriff der chemischen Verbindung allgemeiner richtig aufgefaßt; es werden darin als Bestandtheile Körper angenommen, auf welche entweder das Experiment hinführt, welche darstellbar sind, oder welche als nothwendige Folge einer anerkannten Theorie darin vorausgesetzt werden müssen. Die Ausmittelung der Bestandtheile einer Verbindung mit Rücksicht auf die der Eigenschaften der letzteren gewann an Wichtigkeit, als der Grundsatz immer mehr durchdrang, daß analoges Verhalten, gemeinsames Stattfinden Einer ausgezeichneten Eigenschaft bei mehreren Verbindungen, überhaupt den Gehalt an Einem bestimmten Bestandtheile anzeige. Dieser Grundsatz wurde hauptsächlich in dem ersten Viertel des 18. Jahrhunderts geltend gemacht, als die phlogistische Theorie sich erhob, wo die wichtigste chemische Eigenschaft, die Verbrennlichkeit, allgemein dem Gehalt an Einem Bestandtheile, dem Phlogiston, zugeschrieben wurde. Er erhielt sich lange allgemein, und z. B. Lavoisier noch befolgte ihn, als er 1778 aussprach, daß die gemeinsame Eigenschaft aller Säuren dem gemeinsamen Gehalte derselben an Einem Bestandtheile, dem Sauerstoff, zuzuschreiben sei. Was die weitere Ausbildung der Kenntnisse über die chemische Verbindung im Allgemeinen durch die quantitative Untersuchung, was die richtigere Erkenntniß der Constitution einzelner Verbindungen oder ganzer Klassen analoger Körper, wie Säuren, Oxyde, Salze u. s. w. angeht, mag bei der speciellen Geschichte über diese Gegenstände nachgesehen werden. Ehe wir jedoch die Betrachtung, wie sich der Begriff der chemischen Verbindung überhaupt ausbildete, beschließen, will ich noch hervorheben, wie sich alle Hauptfragen der letzten Entwicklungsperiode darin concentrirten, ob eine gewisse Thatsache auf Bildung oder Zersetzung einer

Spätere Ansichten über die Verbindungen.

Spätere Ansichten über die Verbindungen.

Verbindung beruht. So z. B. dreht sich (1780—1790) der Streit zwischen der phlogistischen und antiphlogistischen Theorie um die Frage:

Ist Verbrennung Verlust des Phlogistons
oder Aufnahme von Sauerstoff?

oder specieller:

Ist ein Metall = Metallkalk + Phlogiston,
oder = Metallkalk — Sauerstoff?

Schon früher, gegen 1770, war der Streit über die Natur des Aetzkalkes in folgender Frage enthalten (vergl. Alkalien):

Ist Aetzkalk = milder Kalk + acidum pingue,
oder = milder Kalk — Kohlensäure?

Der Streit über die Natur des Wassers drehte sich zuletzt um die Entscheidung der Fragen:

Ist Wasserstoff = Wasser + Phlogiston,
oder = Wasser — Sauerstoff,
oder = Wasser + positiver Elektricität?

Bei der Entdeckung der Alkalimetalle (1807) wurden gegen die einfache Natur derselben Einwürfe gemacht, über welche zu entscheiden die Bejahung einer der Fragen gerechtfertigt werden mußte:

Sind die Alkalimetalle = Alkali — Sauerstoff,
oder = Alkali + Wasserstoff?

Die Untersuchungen, in Folge derer das Chlor als einfacher Körper anerkannt wurde, erörterten die Fragen:

Ist das Chlor = Salzsäure (gasförmige) — Wasserstoff,
oder = Salzsäure (hypoth. trockne) + Sauerstoff?

Diese Beispiele ließen sich noch vervielfältigen, die aufgezählten reichen indeß hin, um anschaulich zu machen, wie die richtige Erkenntniß der chemischen Verbindungen mit der richtigen Theorie der ganzen Chemie identisch ist.

Verlassen wir diese allgemeineren Betrachtungen, und gehen noch einmal darauf zurück, wie sich die Ansichten über eine Abhängigkeit der Eigenschaften einer Verbindung von ihrem Gehalt an Bestandtheilen entwickelten. Wir werden dadurch zu einer Untersuchung geführt, die uns im Folgenden weitläufiger beschäftigen wird. Die Erkenntniß nämlich, daß eine Abhängigkeit der Eigenschaften einer Verbindung von der quantitativen Zusammensetzung existirt, ist das erste Vorkommen einer Beachtung des letzte-

ren Begriffs, und da wir in dem Folgenden die Entwicklung der Gesetze über die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile in Verbindungen kennen lernen wollen, so mag passend diese Aufzählung der Ansichten über das Wesen der chemischen Verbindung damit schließen, zu zeigen, wann zuerst die quantitative Mischung als die Eigenschaften der Verbindung bedingend angesehen wurde. Denn wenn auch schon die Alchemisten alle Metalle als Verbindungen derselben Bestandtheile in verschiedenen Verhältnissen betrachteten, so gaben sie doch auch immer zugleich eine Verschiedenheit der Reinheit der Bestandtheile, also eine Verschiedenheit ihrer Qualität, als Ursache der verschiedenen Eigenschaften der Metalle an.

Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Mit der deutlicheren Anschauung, was eine chemische Verbindung sei, mußte es nothwendig erkannt werden, daß die Eigenschaften einer Verbindung von den Bestandtheilen wenigstens in der Art abhängen, daß ein Gehalt an anderen Bestandtheilen andere Eigenschaften hervorbringt, indem ja doch andere Verbindungen andere Eigenschaften haben müssen. Sehr frühe bereits finden wir denn auch schon abweichende Zusammensetzung als Grund von verschiedenen Eigenschaften angegeben, aber wohlgemerkt, immer qualitativ abweichende Zusammensetzung. Von da war aber noch ein weiter Schritt bis zu der Aufstellung der Ansicht, daß, um zwei Verbindungen von verschiedenen Eigenschaften hervorzubringen, nicht das Zusammentreten verschiedener Bestandtheile erforderlich ist, sondern daß ganz dieselben Bestandtheile, in verschiedenen Mengenverhältnissen sich verbindend, Körper von verschiedenen Eigenschaften bilden können. Es war dies die erste Annäherung zu dem Begriffe der Constitution eines Körpers nach dem Gewichte.

Dieser Schritt wurde mit Bestimmtheit zuerst von Stahl gethan. Beschäftigte er sich auch sonst weniger mit quantitativen Untersuchungen, wie überhaupt die Vernachlässigung derselben das Zeitalter der phlogistischen Theorie charakterisirt, so hat er doch zuerst diesen Satz in der Wissenschaft geltend gemacht. — Bei Stahl findet sich öfters, wenn von verschiedenen Substanzen die Rede ist, größerer oder geringerer Gehalt an Einem Bestandtheile als Ursache der Verschiedenheit angegeben. So z. B. unterscheidet sich nach Stahl die schweflige Säure von dem Schwefel durch einen geringeren Gehalt an Phlogiston; schweflige Säure und Schwefel bestehen beide nach ihm aus Schwefelsäure und Phlogiston, aber in verschiedenen Verhältnissen; und dieser Unterschied in dem Zusammensetzungsverhältniß ist hinreichend, die totale Verschiedenheit beider Körper zu erklären.

Berücksichtigung der quantitativen Zusammensetzung chemischer Verbindungen.

Es war diese Ansicht über die Ursache der Verschiedenheit qualitativ gleich zusammengesetzter chemischer Verbindungen, welche den Begriff des Mengenverhältnisses der Bestandtheile zuerst beachten ließ. Diese Ansicht war nur ausgesprochen, sie war nicht durch Ausmittelung der Zusammensetzung bewiesen, obgleich sie die Wichtigkeit derselben hervorheben mußte, und es waren auch zunächst nicht die Verbindungen in mehrfachen Verhältnissen, welche später wirklich quantitativ genau untersucht wurden, und welche die Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Zusammensetzung zuerst erkennen ließen, sondern im Gegentheil gingen die ersten quantitativen Untersuchungen auf Verbindungen, denen man nur ein einziges, constantes Mischungsverhältniß zuschrieb. Wie sich die quantitative Bestimmung der Bestandtheile einer Verbindung ausbildete, haben wir in der Geschichte der analytischen Chemie gesehen; wie man aber constante Zusammensetzung als die unumgängliche Bedingung einer chemischen Verbindung erkannte, und wie die Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Zusammensetzung verschiedener Verbindungen erforscht wurden, gehört in die Geschichte der Stöchiometrie, und diese wollen wir im Folgenden betrachten.

Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze.

Die Stöchiometrie behandelt die Lehre von den Gesetzen, nach welchen sich die quantitative Zusammensetzung der chemischen Verbindungen richtet. Diese Gesetze konnten erst aufgefunden werden, nachdem es ausgemacht war, daß die chemischen Verbindungen nach constanten Verhältnissen zusammengesetzt sind. Der Anfang unserer historischen Untersuchung muß also sein, nachzuweisen, für welche Verbindungen man zuerst ein constantes Mengenverhältniß der Bestandtheile erkannte; für solche Verbindungen suchte man auch bald Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich dieser Mengenverhältnisse nachzuweisen; so wie sich die Erkenntniß, daß chemische Verbindung in bestimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältnissen stattfinde, auf eine größere Anzahl von Körpern verbreitet, vergrößert sich auch der Kreis der der Stöchiometrie angehörigen Facta, erweitert und berichtigt sich die Kenntniß der stöchiometrischen Gesetze.

Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse.

Untersuchen wir nun, welche chemischen Verbindungen es waren, an denen man zuerst das Zusammensetzungsverhältniß als constant erkannte. Für keine andere Klasse von chemischen Verbindungen findet man so frühe Anzeichen dieser Erkenntniß, als für die Salze; die entgegengesetzten Eigenschaften der Bestandtheile der Salze wurden bald bekannt; man wußte, daß durch Zusatz einer starken Säure niedergeschlagen wird, was in einem Alkali gelöst war. Aber man wußte auch schon frühe, daß zu einer solchen Wirkung nicht die Gegenwart der Säure allein hinreicht, sondern daß auch die Säure in einer bestimmten Menge zugesetzt werden muß. So giebt schon Geber im 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, freilich sehr unbestimmt, Mengenverhältnisse an, in welchen man Essig zu Schwefelleberlösung setzen soll, um die Schwefelmilch zu erhalten. Es lassen sich viele solcher Beispiele anführen, daß man stets bei solchen Operationen die

Erste Erkenntniß bestimmter Zusammensetzungsverhältnisse.

Mengenverhältnisse beachtete; es scheint mir dies indeß nutzlos, und ich will hier nur noch eine dahin gehörige Stelle aus van Helmont's Werken mittheilen, welche hinsichtlich der Quantitäten zu mischender Säuren und Basen auf den Sättigungspunkt aufmerksam macht. (Ich weiß nicht, ob der Begriff Sättigen hier zuerst deutlich ausgesprochen wird, kenne indeß keine ältere Stelle.) Van Helmont sagt (um 1640 ungefähr), daß die Kieselerde aus Kali gefällt werde, cui si affundatur chrysulca, quae tum saturando alcali sufficit. Daß bei dem Sättigungspunkt die Menge der Säure zu dem des Alkali's in einem bestimmten Verhältnisse steht, erscheint bald allgemein angenommen; ebenso die Bezeichnung saturatio. Boerhave definirte 1732 den Sättigungspunkt richtig: durch allmäligen Zusatz von Säure zu einem Laugensalz komme man zu einem Punkte, wo eben die alkalische Reaction verschwindet, atque tum hoc punctum Saturationis vocatur. Und er fährt fort: Tumque illud compositum (das gebildete Salz) nec alcali est, nec acidum, sed ex his simul concretis conflatum.

Man kam auf diese Art zu dem Begriffe der Neutralität einer Salzlösung, wofern nämlich eine Verbindung einer Säure mit einem Alkali weder die hervorstechenden Eigenschaften des einen, noch die des andern ihrer Bestandtheile zeigt. Dieser Begriff der Neutralität ist für die Entwicklung der Stöchiometrie von großer Wichtigkeit geworden; wo ich die Geschichte der Untersuchungen über die Salze abhandle, werde ich weitläufiger das Historische über die Neutralsalze mitzutheilen haben; hier indeß muß ich, was den Ursprung der Bezeichnung Neutralität angeht, schon anführen, daß sie schwerlich älter ist, als aus dem Ende des 17. Jahrhunderts stammend. Boyle hebt zwar schon hervor, daß die Salze weder die charakteristischen Eigenschaften der Säuren, noch die der Basen haben, aber erst zu Boerhave's Zeit findet man »salia, sic dicta neutra« manchmal erwähnt, und selbst da scheint der Ausdruck noch nicht recht gebräuchlich gewesen zu sein, obgleich Boerhave ein eigenes Kapitel De salibus neutris überschrieben hat (vergl. Salze).

Daß nun jedes neutrale Salz in einem einzigen und bestimmten Verhältnisse aus Säure und Base gebildet wird, daß Neutralität nur einem einzigen Mischungsverhältnisse zukommt, wurde seit der Zeit angenommen, wo die ersten Versuche darüber angestellt wurden. Einer interessanten Untersuchung, der ersten der Art, haben wir hier zu erwähnen, nämlich der von

Homberg, mit wieviel von verschiedenen Säuren sich dieselbe Menge Alkali verbindet. Diese Untersuchung ist aus dem Jahre 1699. Homberg stellte sie in der Art an, daß er zu derselben Menge kohlensauren Kali's irgend eine Säure hinzusetzte, bis die alkalische Reaction verschwunden war; die Menge hierzu nöthiger Säure wurde bemerkt; die Lösung wurde sodann stark erhitzt, und beobachtet, um wieviel die angewandte Menge kohlensaures Kali an Gewicht zugenommen hatte. Die Resultate waren folgende. Untersuchungen von Homberg.

Bis zum Verschwinden des alkalischen Charakters nimmt auf:

1 Unze Weinsteinsalz 14 Unzen des besten Essigs,
1 » » 2 Unzen, 3 Drachmen Salzsäure,
1 » » 1 Unze, 2 Drachmen, 36 Gran Salpetersäure,
1 » » 5 Drachmen Vitriolöl.

Nach dem Erhitzen aber hatte Eine Unze Weinsteinsalz zugenommen:

durch Sättigen mit starkem Essig um 3 Drachmen 36 Gran
» » » Salzsäure » 3 » 14 »
» » » Salpetersäure » 3 » 36 »
» » » Vitriolöl » 3 » 5 »

Es wurde hieraus später geschlossen, daß alle Säuren nur im Wassergehalt differiren, daß aber an und für sich von der einen soviel zum Sättigen einer bestimmten Menge Alkali nöthig ist, als von der andern. Obgleich nun dieser Schluß, ebenso wie die Versuchsreihe, auf die er sich stützt, grundfalsch ist, so muß doch eine so frühe Erörterung des Sättigungsvermögens unser Interesse in Anspruch nehmen.

Die Neutralsalze blieben zunächst diejenigen Verbindungen, deren quantitative Zusammensetzung kennen zu lernen man sich bemühte. Homberg fand erst spät Nachfolger. Bergman beschäftigte sich von 1775 an mit der Analyse der Salze, Kirwan noch später, von 1780 an, mit der Bestimmung ihres Zusammensetzungsverhältnisses. Inwiefern ihre Resultate genau waren, geht aus den Seite 314 und 315 mitgetheilten Tabellen, ebenso wie aus den Angaben in dem Abschnitte »analytische Chemie«, Seite 71 u. 74 dieses Theiles, hervor. Bergman und Kirwan verfolgten beide den Gesichtspunkt, eine Abhängigkeit der Größe der Verwandtschaft von dem Zusammensetzungsverhältnisse der Bestandtheile auffinden zu wollen, wie dies in dem Abschnitte »Theorien über die Ursache der Verwandtschaft« weitläufiger dargestellt ist; sie suchten nicht, ohne Rücksicht auf die Größe der Verwandtschaft in den Gewichtsmengen der verschiedenen Bestandtheile, die sich mit einander zu

Verbindungen vereinigen, eine Regelmäßigkeit zu entdecken, welche anzuzeigen übrigens auch ihre quantitativen Bestimmungen nicht genau genug waren.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Geschickter, was die quantitative Zerlegung der Salze angeht, und scharfsichtiger in der Erkennung der hierbei obwaltenden Regelmäßigkeiten, war Wenzel [1]), und seine 1777 erschienene Verwandtschaftslehre enthält die Grundzüge der stöchiometrischen Lehren, so weit sie bis zum Anfange unseres Jahrhunderts erforscht wurden. Was die Beurtheilung von Wenzel's Verdiensten um die quantitative Analyse angeht, so muß ich hier wieder auf die Geschichte der analytischen Chemie, Seite 72, zurückverweisen; hier nehmen zunächst die theoretischen Resultate, die er aus seinen Zerlegungen zu ziehen wußte, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Wenzel's Untersuchungen waren besonders auf die Erklärung Eines Phänomens gerichtet, dessen richtige Erkenntniß auch in der That über die Regelmäßigkeiten hinsichtlich der Gewichtsmengen, in denen sich die Säuren und Basen zu neutralen Salzen verbinden, vielen Aufschluß geben mußte. Dieses Phänomen ist, daß zwei neutrale Salze, wenn sie sich gegenseitig zersetzen, Producte geben, welche gleichfalls neutral sind; daß durch die Zersetzung also der Zustand der Neutralität nicht aufgehoben wird. Auch in Bergman's Untersuchungen findet sich diese Erscheinung berücksichtigt, ohne daß dieser Chemiker jedoch eine genügende Erklärung davon hätte geben können. Wenzel, auf genauere Data hinsichtlich der Zusammensetzung vieler Salze gestützt, war darin glücklicher. Er wies die Ursache dieser Erscheinung in dem Umstande nach, daß die verschiedenen Mengen der ver-

---

[1]) Carl Friedrich Wenzel war 1740 zu Dresden geboren. Sein Vater, ein Buchbinder, hielt ihn zur Erlernung desselben Geschäfts an; Wenzel indeß, nach weiterer Ausbildung strebend, entwich heimlich und ging nach Holland, wo er zu Amsterdam Chirurgie und Pharmacie erlernte. Als Schiffschirurg machte er eine Reise nach Grönland, und diente nachher noch mehrere Jahre in der holländischen Marine. 1766 kehrte er nach Sachsen zurück; er studirte jetzt in Leipzig Chemie und Metallurgie, und mit solchem Erfolge, daß er 1780 zum Director der Freiberger Bergwerke ernannt wurde. Er starb zu Freiberg 1793. Seine »Vorlesungen über die chemische Verwandtschaft der Körper« erschien zuerst 1777 (2. Auflage 1779). Einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, schrieb er in diesem Sinne eine »Einleitung zur höheren Chemie« (1773). Eine Abhandlung von ihm, die Metalle durch Reverberation in ihre Bestandtheile zu zerlegen, welche von der Copenhagener Akademie einen Preis erhalten hatte, erschien in den Schriften dieser Gesellschaft für 1781.

schiedenen Alkalien oder Erden, welche ein und dasselbe Gewicht irgend einer Säure neutralisiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutralisation bedürfen; mit anderen Worten, daß die relativen Verhältnisse zwischen gewissen Quantitäten von Alkalien oder Erden, welche eine gegebene Menge von einer und derselben Säure sättigen, sich allezeit und bei allen anderen Säuren gleichbleiben. Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Nach Wenzel erklärt sich z. B. die Fortdauer der Neutralität, wenn salpetersaurer Kalk durch schwefelsaures Kali zersetzt wird, folgendermaßen: Gesetzt, wir lösen 363 Gewichtstheile salpetersauren Kalkes (nach Wenzel's Analyse aus 123 Kalk und 240 Salpetersäure bestehend) in Wasser auf, und zersetzen dieses Salz durch Vermischen mit schwefelsaurem Kali (in welchem letzteren Salze nach Wenzel auf 240 Schwefelsäure 290,4 Kali enthalten sind). Wenzel fand, daß 240 Schwefelsäure 162,5 Kalk neutralisiren; folglich müssen jenen 123 Kalk, die in der Lösung von 363 salpetersaurem Kalk enthalten sind, 181,5 Schwefelsäure geboten werden, die, dem Vorhergehenden zufolge, im neutralen schwefelsauren Kali mit 220 Kali verbunden sind. Zu der vollständigen Zersetzung von 363 salpetersaurem Kalk muß man also 181,5 Schwefelsäure + 220 Kali = 401,5 schwefelsaures Kali anwenden; dann werden die 123 Gewichtstheile Kalk durch 181,5 Schwefelsäure neutralisirt, und es bleiben in Lösung 220 Kali und 240 Salpetersäure, gerade in dem Verhältnisse, wo diese beiden Stoffe sich neutralisiren, denn die durch solche Zersetzung erhaltene Lösung reagirt neutral. Aus der bekannten Zusammensetzung des salpetersauren Kalkes, des schwefelsauren Kali's und des schwefelsauren Kalkes könnte man also auf die Zusammensetzung des salpetersauren Kali's schließen; in ihm müßten, der vorhergehenden Rechnung nach, 240 Salpetersäure mit 220 Kali verbunden sein. Wenzel bestätigte die Richtigkeit dieser Art zu schließen durch directe Zerlegung dieses Salzes; er fand darin auf 240 Salpetersäure $222\frac{2}{3}$ Kali, beinahe genau mit der obigen mittelbaren Bestimmung übereintreffend.

Durch diese Untersuchungen, welche Wenzel auf eine große Anzahl von Salzen ausdehnte, war die Fortdauer der Neutralität nach der wechselseitigen Zersetzung zweier neutraler Salze vollkommen erklärt. Die Neutralität muß ebensowohl ungeändert bleiben, wenn sich die beiden Salze gerade auf vollständig zersetzen, als auch, wenn von dem einen Salze ein Ueberschuß vorhanden ist, der unzersetzt bleibt, da dieser neutral ist und bleibt, und hinsichtlich des Resultats von keinem Einflusse sein kann.

Wenzel's stöchiometrische Untersuchungen.

Wenzel sah aber auch alle Folgerungen der Erklärung ein, welche er für diese Erscheinung gegeben hatte. Er sah ein, daß die Zusammensetzung der neutralen Salze bestimmten Gesetzen unterliegt, in der Art, daß man die Zusammensetzung vieler so vorausbestimmen kann, wie dies eben für das salpetersaure Kali gezeigt wurde; daß diese Gesetzmäßigkeit eine Controle bildet für die quantitativen Analysen der neutralen Salze, wie wir gleichfalls oben sahen, daß die Uebereinstimmung zwischen der berechneten und der direct gefundenen Zusammensetzung des salpetersauren Kali's eine Bürgschaft für die Richtigkeit der dabei in Betracht kommenden Zerlegungen abgiebt. Er sah endlich noch den Satz klar ein, welcher schon oben als die Grundlage der Erklärung über die Fortdauer der Neutralität bei wechselseitiger Zersetzung neutraler Salze angegeben wurde; nämlich daß die verschiedenen Mengen verschiedener Alkalien oder Erden, welche ein und dasselbe Gewicht irgend einer Säure neutralisiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutralisation bedürfen. Nach Wenzel's unmittelbaren Zerlegungen nämlich

$$\text{neutralisiren } 240 \text{ Salpetersäure} \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 222 \text{ Kali} \end{cases}$$

und diese Mengen von Kalk und Kali bedürfen auch genau derselben Menge jeder andern Säure, um neutralisirt zu werden; so bedürfen beide dieselbe Menge Schwefelsäure, 181,5; denn Wenzel's directe Beobachtung:

$$181{,}5 \text{ Schwefelsäure neutralisiren} \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 220 \text{ Kali} \end{cases}$$

stimmt mit dieser Folgerung innerhalb der Grenze der damals unvermeidlichen Versuchsfehler genügend überein.

Wenzel hatte somit den Weg gebahnt, die Zusammensetzung aller Neutralsalze aus der Analyse weniger vorauszubestimmen; seine Untersuchungen gaben bereits den Beweis dafür, daß hierzu nur die genaue Analyse der Salze von Einer Basis mit allen Säuren und von Einer Säure mit allen Basen erforderlich wäre. Wenzel selbst indeß suchte diese Folgerung nicht in der Art durchzuführen, wie man wohl nach der Wichtigkeit des Gegenstandes erwarten könnte; sein Hauptaugenmerk bei der ganzen Untersuchung war, die Fortdauer der Neutralität bei der wechselseitigen Zersetzung neutraler Salze zu erklären, und die anderen Schlußfolgerungen aus seinen vorzüglichen Beobachtungen erschienen ihm mehr als gelegentliche erwähnungswerth. Bald indeß gewann die Frage diese allgemeinere Richtung.

Wenzel's Arbeiten wurden zu seiner Zeit wenig beachtet. Die praktische Seite derselben wurde für ungenau gehalten, weil seine Analysen nicht mit denen von Bergman und Kirwan übereinstimmten (sondern richtiger waren), und weil alle Angaben namentlich des Ersteren mit unbegrenztem Vertrauen von den Chemikern jener Zeit aufgenommen wurden. Die theoretische Seite seiner Arbeiten wurde ebensowenig gewürdigt, theils weil sie sich auf Angaben gründete, die man für ungenau hielt, theils auch, weil in den letzten zwei Decennien des vorigen Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Chemiker auf andere theoretische Gegenstände, die Discutirung des Lavoisier'schen Systems namentlich, ausschließlich gerichtet war.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Dasselbe Mißgeschick traf den nächsten Nachfolger Wenzel's. Richter [1]) war es, der zuerst wieder, und ziemlich bald nach Wenzel, die Zusammensetzung der Neutralsalze aus einem allgemeineren Gesichtspunkte ansah. Seine Arbeiten gehören der Zeit von 1789 bis 1802 an; sie fielen also noch in die Zeit, wo die antiphlogistische Theorie, namentlich in Deutschland, der Gegenstand vielfacher Streitigkeiten war, und wo die Chemiker anderweitigen theoretischen Bestrebungen nur wenig Aufmerksamkeit schenkten. Zudem kam, daß Richter's Ansichten hinsichtlich ihrer Autorität dadurch bedeutend litten, daß seine experimentellen Angaben nicht die nöthige Schärfe hatten; seine quantitativen Analysen namentlich standen an Genauigkeit denen Wenzel's weit nach, und doch waren vielleicht seine experimentellen Resultate noch richtiger, als einige von ihm daraus gezogene

[1]) Jeremias Benjamin Richter lebte zuerst als Bergsecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Assessor der Bergwerksadministration und Arcanist an der Porzellanfabrik zu Berlin, wo er 1807 starb. Alle seine Werke stehen in Verbindung mit der Anwendung der Mathematik auf die Chemie, von seiner Inauguraldissertation an, welche 1789 erschien, und »de usu matheseos in chymia« handelte. Später erschien seine »Stöchiometrie oder Meßkunst chymischer Elemente,« in drei Theilen (1792—1794), wovon der erste Theil die reine Stöchiometrie, Thermimetrie und Phlogometrie abhandelt, der zweite und dritte Theil aber die angewandte Stöchiometrie enthält. Außerdem schrieb Richter noch ein periodisches Werk »Ueber die neueren Gegenstände in der Chemie«, welches von 1792 bis 1802 in 11 Stücken herauskam. Es sind darin viele für die damalige Zeit ganz gute chemische Untersuchungen enthalten; vom vierten Stücke (1795) an, ist das Werk ganz stöchiometrischen Inhalts und schließt sich an das obengenannte Werk über Stöchiometrie als Fortsetzung an.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

theoretische Resultate, welche, auf einmal vorgefaßten Meinungen fußend, er direct nachweisen wollte.

Richter's Bemühungen, das Gesetzmäßige in den festen Mischungsverhältnissen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen und mit den Metalloxyden zu entdecken, brachten indeß doch die Stöchiometrie bedeutend vorwärts. Von ihm wurde beiläufig auch zuerst die Bezeichnung Stöchiometrie (von στοιχεῖον, Grundstoff) eingeführt, die er selbst als »Meßkunst chymischer Elemente« definirte.

Richter hat zuerst die relativen Gewichtsmengen, in welchen sich die Säuren und die Basen mit einander verbinden, in Form von Reihen zusammengestellt. Die Gewichtsmengen aller alkalischen und erdigen Basen, welche einerlei Menge einer gewissen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelsäure, neutralisiren, nannte er die Massenreihe oder auch die Neutralitätsreihe der Basen. Ebenso suchte er auch die Massenreihe oder Neutralitätsreihe für die verschiedenen Säuren, in Bezug auf dieselbe Menge Einer Base. Er fand, daß die Zahlen aus zwei zusammengehörigen solcher Reihen, aus den Neutralitätsreihen zweier Basen für alle Säuren z. B., alle unter einander in demselben Verhältniß stehen, und daß somit eine Neutralitätsreihe aus einer andern vollständig bekannten abgeleitet werden kann, wenn man durch Einen Versuch dieses constante Verhältniß ermittelt. Kennt man also für alle Basen ihre Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Säure, und für alle Säuren die Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Basis, so läßt sich die Zusammensetzung aller aus der Vereinigung dieser Säuren und Basen entstehenden Neutralsalze bestimmen.

Richter selbst kam nicht darauf, die relativen Gewichtsmengen, worin sich die Säuren und Basen verbinden, in einer einzigen Reihe darzustellen; ich werde später angeben, wie diese Einrichtung zuerst eingeführt wurde. Er stellte viele Reihen auf, und bemerkte nur, daß die Zahlen in den Neutralitätsreihen aller Basen einander proportionirt sind, und daß es bei den Neutralitätsreihen der Säuren ebenso ist. Aber Richter suchte hier noch andere allgemeine Regelmäßigkeiten, als die eben erwähnte vollkommen in der Natur begründete, nachzuweisen. Ihm zufolge bilden nämlich die Neutralitätsreihen der Säuren geometrische, die der Basen hingegen arithmetische Reihen, und zwar sollen die eigentlichen Alkalien und die alkalischen Erden zwei verschiedene arithmetische Progressionen ausmachen. Er glaubte namentlich, daß die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der drei

Alkalien ausgedrückt seien durch a, a + b, a + 5b, die der Erden durch a, a + b, a + 3b, a + 9b, a + 19b. Die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der vier Mineralsäuren (Flußs., Salzs., Schwefels., Salpeters.) sollten die Reihe bilden c, cd^3, cd^5, cd^7, und die der anderen Säuren (mit Ausnahme der Phosphorsäure): c, cd^3, cd^4, cd^8, cd^{11}, cd^{14}, cd^{15}, cd^{16} u. s. w. — Die fehlenden Glieder, glaubte er, gehörten noch zu entdeckenden oder noch nicht untersuchten Basen und Säuren an. (Diese vorausgesetzten Regelmäßigkeiten, nach welchen Richter's Zahlenangaben corrigirt worden zu sein scheinen, haben vielleicht viel dazu beigetragen, sie unrichtig zu machen; in den Angaben der unten, Seite 365, mitzutheilenden Tabelle sind sie enthalten.) — Er ging sogar so weit in der Hoffnung, die Regelmäßigkeiten, welche die Mathematik in der Lehre von den Progressionen nachweist, in der Chemie wiederzufinden, daß er die ganze Chemie nur für einen Theil der angewandten Mathematik erklärte. Dieses Vorurtheil, wie man es wohl nennen kann, warf ein gewisses Mißtrauen auf alle seine Angaben, denn es blieb unentschieden, ob er nicht die Resultate seiner Versuche etwas corrigirt habe, um sie damit in Uebereinstimmung zu bringen. Dazu kam noch, daß er jene Ansichten als Beweise für die Richtigkeit von Sachen vorschob, die sich später als falsch erwiesen. So z. B. glaubte Trommsdorff an dem Ende des vorigen Jahrhunderts in dem sogenannten sächsischen Beryll (Apatit) eine eigenthümliche Erde zu finden, welche Agusterde genannt wurde. Richter glaubte sogleich einen Beweis für die Eigenthümlichkeit derselben darin zu finden, daß die Gewichtsmenge, welche dieser Erde in der Neutralitätsreihe der alkalischen Erden zukomme, genau in seine oben angegebene mathematische Reihe passe. Allein bald fand es sich, daß diese Erde nur phosphorsaurer Kalk sei, und nun zogen viele Chemiker die Richtigkeit der Richter'schen Ansichten in Zweifel, weil sie mit nachweisbar Falschem sich in vollkommene Uebereinstimmung setzen ließen.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Ich werde etwas weiter unten die nöthigen Data beibringen, inwiefern Richter's quantitative Bestimmungen genau waren. Ich erwähne hier nur noch, daß er die Anwendbarkeit seiner Betrachtungsweise genau einsah, sowohl was die Erklärung angeht, weßhalb die Neutralität nicht aufgehoben wird, wenn sich zwei neutrale Salze gegenseitig zersetzen, als auch hinsichtlich der indirecten Bestimmung der Zusammensetzung von Neutralsalzen, deren unmittelbare Zerlegung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Aber noch einer Richtung der Arbeiten von Richter müssen wir hier erwähnen,

Untersuchung der Neutralitätserscheinungen bei Metallfällungen.

welche für die Stöchiometrie von Wichtigkeit geworden ist, ich meine die über Metallfällungen. Wir wollen bei dieser Gelegenheit die Geschichte der Kenntnisse über Metallfällungen im Allgemeinen kurz einschalten.

Ich weiß nicht genau, wann die erste Beobachtung gemacht wurde, daß ein Metall ein anderes aus seiner Auflösung zu fällen im Stande ist. Im 15. Jahrhundert erwähnt Basilius Valentinus der Fällung des Goldes aus seiner Lösung durch Quecksilber; er weiß auch, daß Eisen aus Vitriollösung Kupfer niederschlägt, und kennt das auf diese Weise im Großen gewonnene Cementkupfer. Die baumförmigen Metallniederschläge, namentlich den Silberbaum, kannte der Italiener Porta und beschrieb sie 1567. Besprochen wurde schon hin und wieder, daß lange die Metallfällung für eine Metallverwandlung gehalten wurde. Daß das durch Ausfällung sich zeigende Metall nicht durch Verwandlung des eingetauchten entstehe, sondern schon vorher in Lösung enthalten gewesen sei, behaupteten besonders Angelus Sala und van Helmont um die Mitte des 17. Jahrhunderts. Daß Sylvius de le Boë, zu derselben Zeit, Metallfällungen kannte und richtig erklärte, habe ich schon Seite 294 dieses Bandes erwähnt. Ungefähr zu derselben Zeit erweiterte Boyle die Kenntnisse über diesen Gegenstand durch die Wahrnehmung, daß Kupfer, welches das Silber aus seiner Auflösung zu fällen vermag, seinerseits durch Zink oder Eisen aus seiner Auflösung niedergeschlagen wird; er wußte außerdem, daß nicht nur Gold, sondern auch Silber durch Quecksilber metallisch gefällt wird.

Die Kenntniß über die Metallfällungen erhielt im 18. Jahrhundert einzelne Bereicherungen, was die Ordnung, in welcher sich die Metalle gegenseitig aus ihren Lösungen ausfällen, und Aehnliches, angeht; größeres wissenschaftliches Interesse gewannen indeß diese Untersuchungen erst, als Bergman darauf einen Versuch zur Bestimmung der quantitativen Zusammensetzung der Metalle gründete, und in seiner 1782 erschienenen Schrift de diversa Phlogisti quantitate in metallis bekannt machte.

Bergman beschäftigt sich hier mit der Erscheinung, daß nach dem Ausfällen eines Metalls aus seiner neutralen Lösung durch ein anderes diese neutral bleibt. Es tritt nach ihm bei der Metallfällung also gerade so viel von dem fällenden Metall an die Stelle des gefällten, als nöthig ist, um mit der vorhandenen Säure ein neutrales Salz zu bilden. Nun aber ist nach Bergman's phlogistischen Ansichten in einer solchen Lösung enthalten: Metallkalk (ein Element) und Säure. Es wird zugesetzt ein Metall

(Metallkalk + Phlogiston). Das Phlogiston des fällenden Metalls tritt zu dem aufgelösten Metallkalk, es schlägt sich die Verbindung, Metall, nieder, während das seines Phlogistons beraubte Metall statt dessen in die Lösung eingeht. Aber da die Lösung neutral bleibt, so muß die Menge des gefällten Metalls und die des zur Fällung erforderlichen gleichviel Phlogiston enthalten. Bergman zieht daher den Schluß: Phlogisti mutuas quantitates praecipitantis et praecipitandi ponderibus esse inverse proportionales. Nehmen wir das Wort Phlogiston in seiner älteren Bedeutung (die es übrigens zu Bergman's Zeit nicht mehr allgemein hatte): Abwesenheit des Sauerstoffs, so heißt seine Schlußfolgerung, daß sowohl das fällende als das gefällte Metall einer gleichen Menge Sauerstoff bedürfe, um eine gleiche Quantität Säure zu neutralisiren. Untersuchung der Neutralitätserscheinungen bei Metallfällungen.

Richter bearbeitete denselben Gegenstand wie Bergman; seine Ausdrucksweise über diesen Punkt erscheint etwas undeutlich, weil er, die Grundsätze des antiphlogistischen Systems anerkennend, doch die Sprache des phlogistischen beibehielt. Richter sah indeß klar ein, welches Verhältniß zwischen dem Sauerstoffgehalt eines Oxydes und der Menge von Säure besteht, welche ersteres neutralisiren kann. Er sah ein, daß sich die neutralisirenden Gewichtsmengen des fällenden und des gefällten Metalls umgekehrt verhalten, wie die Quantitäten Sauerstoff, welche diese Metalle aufnehmen, da das fällende Metall dem gefällten nicht nur den Sauerstoff entzieht, sondern auch die Säure, und nun die Säure durch das fällende Metall geradeso neutralisirt ist, wie sie es vorher durch das gefällte war; — daß also bei Neutralisirung derselben Menge Säure mit verschiedenen Metalloxyden die erstere sich in der Art mit verschiedenen Gewichtsmengen der letzteren verbindet, daß in diesen Oxyden allen eine gleiche Gewichtsmenge Sauerstoff enthalten ist. Wie Richter selbst diesen Satz gegeben hat, ist charakteristisch für seine Ausdrucksweise, welche dem Bekanntwerden seiner Ideen auch ein bedeutendes Hinderniß abgab. »Die quantitative Ordnung specifischer Neutralität der Metalle gegen eine Säure ist der umgekehrten quantitativen Ordnung der Entbrennstoffung «(Dephlogistisirung)» und respective Lebensluftstoffung vollkommen analog, d. h. ein Metall neutralisirt sich in desto größerer Masse mit Säure, je weniger sein Substrat Lebensluftstoff «(Sauerstoff)» bedarf, um entbrennstofft zu werden.«

Richter hatte nach dem Vorhergehenden zwei Hauptpunkte der Stöchiometrie richtig aufgefaßt; einmal, daß die Gewichtsmengen aller Basen,

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

die sich mit den verschiedenen Säuren zu neutralen Salzen vereinigen, einander proportionale Zahlenreihen bilden, und dann, daß das Sättigungsvermögen eines Oxyds von seinem Gehalt an Sauerstoff abhängt. Beide Gesetze wurden indeß nur wenig beachtet; das erstere zog die Aufmerksamkeit Fischer's auf sich, eines Gelehrten, der über Verwandtschaft ausgezeichnete Kenntnisse besaß, und sich namentlich durch Uebersetzung der Berthollet'schen Untersuchungen über diesen Gegenstand viel Verdienst um die Verbreitung derselben in Deutschland erworben hat. Richter hatte verschiedene Neutralitätsreihen für die Säuren in Bezug auf dieselbe Menge Basis, und verschiedene Neutralitätsreihen für die Basen in Bezug auf dieselbe Menge Säure aufgestellt; er hatte zwar bemerkt, daß man diese Resultate in Eine Tabelle zusammenfassen könne, aber erst 1802 hob es Fischer ausdrücklich hervor (in seiner Uebersetzung von Berthollet's Recherches sur les lois de l'affinité), daß man alle Tafeln Richter's in eine einzige reduciren könne, die in zwei Columnen getheilt alle Gewichtsverhältnisse angiebt, worin sich Basen und Säuren zu neutralen Salzen vereinigen; er sah die Anwendbarkeit einer solchen Einrichtung vollkommen ein. — Fischer berechnete aus Richter's Angaben eine solche Tafel; sie war die erste Tafel der Aequivalentgewichte; bei ihrer Construction war von der Schwefelsäure ausgegangen, deren Aequivalentgewicht = 1000 angenommen wurde.

Diese Tafel von Fischer lasse ich hier folgen; sie gestattet uns zugleich ein Urtheil darüber, inwiefern Richter's Zahlenangaben genau waren. Wären diese Angaben vollkommen genau, so müßten alle in dieser Tafel den verschiedenen Stoffen beigelegten stöchiometrischen Zahlen zu den von uns jetzt als richtig anerkannten in demselben Verhältnisse stehen, und ich will die sich ergebenden Verhältnisse für jeden in der Tafel enthaltenen Körper in die folgende Uebersicht aufnehmen. Dies Verfahren führt zu einem richtigeren Schlusse hinsichtlich der Genauigkeit von Richter's Resultaten, als z. B. alle Fischer'schen Zahlen zu halbiren, wo die stöchiometrische Zahl der Schwefelsäure der jetzt ihr beigelegten beinahe gleich wird; indem dann die einzige falsche Bestimmung das Aequivalentgewicht dieser Säure alle anderen Bestimmungen, auch wenn sie richtig sind, möglicher Weise ungenau erscheinen lassen kann. In der folgenden Tabelle sind also unter Fischer die von diesem Gelehrten aus Richter's Angaben abgeleiteten Aequivalentgewichte der verschiedenen Stoffe gegeben; unter Berzelius die von

diesem Gelehrten bestimmten und von uns als relativ richtig anerkannten; dann ist noch das Verhältniß beider Angaben zu einander beigefügt [1]).

Erste Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fischer. 1802.

Basen.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Fischer.	Berzelius.	Verhältniß.
Thonerde	525	214	0,408	Flußs.	427	134	0,314
Magnesia	615	258	0,420	Kohlens.	577	276	0,478
Ammoniak	672	327	0,487	Salzs.	712	343	0,482
Kalk	793	356	0,449	Oxals.	755	453	0,600
Natron	859	391	0,455	Phosphors.	979	446	0,456
Strontian	1329	647	0,487	Arseniks.	988	465	0,471
Kali	1605	590	0,368	Schwefels.	1000	501	0,501
Baryt	2222	957	0,431	Bernsteins.	1209	631	0,522
				Salpeters.	1405	677	0,482
				Essigs.	1480	643	0,434
				Citronens.	1683	731	0,434
				Weinsteins.	1694	831	0,491

Wären die Richter'schen Zahlen so genau, wie die Berzelius'schen, so müßten sich die Verhältnisse in der letzten Columne der obigen Tabelle übereinstimmend ergeben. Es ist dies nicht der Fall, aber man sieht doch aus der annähernden Uebereinstimmung, daß für viele Substanzen in der obigen Tabelle die Aequivalentgewichte ziemlich richtig bestimmt sind.

---

[1]) Zu der Vergleichung mit Berzelius' stöchiometrischen Zahlen ist noch Folgendes zu bemerken. Als Aequivalentgewicht für die Thonerde ist $\frac{1}{3}$ ($Al_2 O_3$) genommen, weil Richter die Gewichtsmenge bestimmte, die sich mit 1 Aequivalent Schwefelsäure verbindet; füc das Ammoniak $N_2 H_8 O$, aus demselben Grunde: bei der Flußsäure und der Salzsäure die Zahlen für die früher angenommenen hypothetisch wasserfreien Säuren, ($Fl_2 - O$) und ($Cl_2 - O$), weil Richter suchte, wie viel Säure sich mit 1 Aequivalent Basis (Kalk oder Kali) verbindet; für die Phosphorsäure $\frac{1}{2}$ ($P_2 O_5$), weil Richter bestimmte, wieviel Säure im Perlsalz und in dem damit gefällten Bleisalz u. s. w. mit 1 Aequivalent Basis verbunden ist. — Fischer hatte auch noch in die obige Tafel »Fettsäure« mit aufgenommen; nach dem damaligen Zustande der Kenntnisse läßt sich für die mit diesem Namen bezeichnete Substanz keine Vergleichung anstellen.

Richter's stöchiometrische Untersuchungen.

Gleich nachdem Fischer die Richter'schen Resultate in Eine Reihe zusammengefaßt hatte, ergriff Richter selbst diese Art der Darstellung, und 1803 publicirte er eine vollständigere Tabelle. Ich gebe hier von seinen Angaben nur die wichtigsten, und die nicht schon in der eben mitgetheilten Fischer'schen Tabelle befindlich sind, und füge für diese ebenfalls die Vergleichung mit den Berzelius'schen Zahlen bei. In der 1803 von Richter gegebenen Tabelle befinden sich sehr viele Körper, für welche er entweder damals noch nothwendig falsche Resultate finden mußte, oder für welche eine Vergleichung schwer ist, insofern die Bezeichnung, wie die Bestimmung derselben überhaupt, ungenau ist, so z. B. wenn er von Metallkalken spricht, in Hinsicht auf metallische Substanzen, die verschiedene Oxydationsstufen haben, und welche letzteren man doch damals noch nicht gehörig sonderte. Ich beschränke mich daher hier nur auf wenige vorzüglich wichtige Metalloxyde.

Metallkalk.	Richter.	Berzelius.	Verhältniß.
Zinkkalk	1348	503	0,373
Kupferkalk	1416	496	0,350
Bleikalk	3592	1394	0,388
Silberkalk	3728	1452	0,389

Die Zahlen in der letzten Columne stimmen unter einander ziemlich überein; die Verhältnißmengen, in denen sich Zink-, Kupfer-, Blei- und Silberoxyd äquivalent sind, hatte also Richter ziemlich richtig bestimmt. Aber die Verhältnißzahlen in der letzten kleinen Tabelle weichen von denen in der vorhergehenden größeren Tabelle bedeutend ab, woraus hervorgeht, daß also Richter's Angaben in der Beziehung unrichtig sind, wieviel von einem Alkali oder einer Erde dazu gehört, um ein gewisses Gewicht eines Metalloxyds in einer Verbindung zu ersetzen.

Das im Vorstehenden Enthaltene genügt wohl, um über Richter's Kenntnisse in der Stöchiometrie einen Begriff zu geben, um einsehen zu lassen, bis zu welchem Punkte durch seine Arbeiten diese Lehre gefördert wurde. Doch fanden seine Arbeiten zu seiner Zeit auch nicht den geringsten Eingang bei den Chemikern; seine Schriften blieben unbeachtet. Die erstere der oben angeführten stöchiometrischen Tabellen theilte Berthollet

1803 in seiner statique chymique mit; auch in Frankreich wurde sie indeß wenig beachtet. Die Ursache hiervon habe ich schon angegeben; Richter selbst trug zum Theil die Schuld daran, daß seinen Arbeiten keine Aufmerksamkeit geschenkt wurde, durch zu viele Hypothesen und unverständliche Ausdrucksweise; die Zeitumstände endlich, wo überhaupt so viel Neues in der Chemie zu beachten war, was von anerkannten Autoritäten verhandelt wurde, waren noch mehr hinderlich. Aber es war noch ein Umstand, der wesentlich dazu beitrug, daß seinen Arbeiten nicht die Wichtigkeit beigelegt wurde, welche sie verdienten, und diesen Umstand müssen wir hier ausführlicher in seiner Erledigung besprechen. Richter setzte voraus: die Säuren verbinden sich mit den Basen und Kalken nur in bestimmten Verhältnissen zu neutralen Salzen; Neutralität existirt bei reinen Salzen, bei löslichen wie bei unlöslichen, nur für Ein Mischungsverhältniß. Aber diese Voraussetzung wurde im Anfang des 19. Jahrhunderts nicht allgemein als richtig anerkannt, und so lange diese Frage nicht entschieden war, mußte jedes Urtheil über die Gültigkeit der Richter'schen Gesetze suspendirt bleiben. Diese Streitfrage fiel unter die allgemeinere: ob überhaupt der Begriff einer chemischen Verbindung bestimmte und constante Zusammensetzung einschließt, indem zu jener Zeit außer den Salzen noch mehrere andere Reihen von Verbindungen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung genauer erforscht wurden, und also in den Kreis der Untersuchung gezogen werden konnten.

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

Wir wollen die Meinungen der in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts geltenden Autoritäten, so weit sie hierher Bezug haben, zusammenstellen.

Bergman hatte die Ansicht, daß alle chemischen Verbindungen auch solche in bestimmten Proportionen sind, nicht sowohl ausgesprochen, als vielmehr gar nicht in Zweifel gezogen. Seine umfassenden Arbeiten über die quantitative Zusammensetzung der Salze, seine Bemühungen, den Gehalt an Phlogiston in den verschiedenen Metallen zu bestimmen, zeigen unwiderleglich, daß er der Meinung war, sämmtliche chemische Verbindungen könnten nur nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen, aber constanten, Zusammensetzungsverhältnissen der Bestandtheile erfolgen.

Lavoisier gleichfalls hatte diese Frage nie in Zweifel gestellt. Seine musterhaften Bestrebungen, die quantitative Zusammensetzung so vieler Körper zu bestimmen, wären ganz zwecklos gewesen, sobald er der Ansicht

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

gehuldigt hätte, die Bestandtheile derselben könnten in allen möglichen Verbindungen zusammentreten. Er betrachtete sogar den Umstand, daß chemische Verbindungen nur in wenigen und bestimmten Proportionen statthaben können, als ein wesentliches Kennzeichen einer chemischen Verbindung, die er als dissolution von der bloßen Lösung (solution) unterschied, bei welcher letzteren das Zusammensetzungsverhältniß variabel sei.

So schien es um 1800 allgemein angenommen, daß sich die Bestandtheile nur in wenigen und bestimmten Proportionen zu chemischen Verbindungen vereinigen, als nun Berthollet auftrat, und ganz das Entgegengesetzte lehrte. Ich habe die Grundzüge der Berthollet'schen Lehre schon Seite 317 ff. dieses Theiles mitgetheilt, und es genügt also, darauf zu verweisen und nur hier noch einmal hervorzuheben, daß nach Berthollet sich die Bestandtheile zu wahren chemischen Verbindungen vereinigen können entweder in allen Verhältnissen, oder in gewissen Grenzen, die ihren Ursprung haben erstens in der Eigenschaft der chemischen Verwandtschaft, daß die Kraft, mit der ein Bestandtheil der Verbindung den andern festhält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieses andern Bestandtheils wächst, und zweitens in der Cohäsion der Bestandtheile und der gebildeten Verbindung oder der Elasticität derselben, zweier mit der Temperatur variirenden Kräften. Berthollet's Autorität, und der ausgezeichnete Scharfsinn, womit er diese Meinungen entwickelte, verschafften ihnen viele Anhänger.

Aber gleichzeitig, während Berthollet seine Ansichten durchzuführen suchte, bemühte sich Proust zu zeigen, daß allerdings die chemischen Verbindungen nur in wenigen und bestimmten Verhältnissen der Bestandtheile statthaben. In einer Reihe ausgezeichneter Arbeiten, welche den Jahren 1801 — 1808 angehören, zeigte er, daß die Bildung der Oxyde, der Schwefelverbindungen und der Salze ganz allgemein an feste und unveränderliche Verbindungsverhältnisse gebunden ist; daß scheinbare Ausnahmen hiervon nur auf mechanischer Mengung von Verbindungen in festen Proportionen beruhen. Dieses Gesetz der bestimmten Proportionen sprach Proust zuerst 1801 für die Oxyde aus: Les proportions toujours invariables, ces attributs constans, qui caractérisent les vrais composés de l'art, ou ceux de la nature, en un mot, ce pondus naturae, si bien vu de Stahl; tout cela, dis-je, n'est pas plus au pouvoir du chimiste que la loi d'élection qui préside a toutes les combinaisons. Anfangs glaubte

Ansichten der Chemiker um 1800 über die Constanz der Verbindungsverhältnisse.

Proust, daß sich zwei Bestandtheile nur in einem einzigen oder höchstens in zwei Verbindungsverhältnissen vereinigen können; später jedoch, wo er bei einzelnen Metallen drei Oxydationsstufen kennen lernte, betrachtete er die mittlere als aus der Vereinigung der beiden äußersten in Einem Zusammensetzungsverhältnisse hervorgehend. (Vergl. Theil I., Seite 358.)

Verschiedene Verbindungen können sich nach Proust in unbestimmten Verhältnissen mit einander mischen, aber das Product dieser Vereinigung ist keine chemische Verbindung; es ist eine Lösung. So unterschied Proust die wahren chemischen Verbindungen (nach ihm combinaisons), die nur in bestimmten und constanten Proportionen zusammengesetzt sind, von den Lösungen (nach ihm dissolutions, obgleich Lavoisier mit diesem Worte den entgegengesetzten Begriff verbunden hatte), die in variabeln und allmälig wechselnden Verhältnissen statthaben können.

Berthollet's und Proust's Ansichten waren sich also geradezu entgegengesetzt; ein wissenschaftlicher Streit erhob sich unter ihnen, welcher mit der vollkommenen Entscheidung dieser Frage geendigt hat. Proust's Arbeiten begannen im Jahre 1801; für die Oxyde wie für die Schwefelmetalle stellte er da bereits die Schlüsse auf, die ich oben mittheilte. Berthollet erwähnte in seiner Statique chymique dieser Arbeiten von Proust mißbilligend, und forderte diesen gewissermaßen zu einer Kritik auf, welche auch den in der Statique chymique geäußerten Ansichten gleich nach ihrem Erscheinen (im Jahre 1804) ausgezeichnet zu Theil wurde. Der Streit zwischen Berthollet und Proust, was Scharfsinn und wissenschaftlichen Anstand angeht, von beiden Theilen gleich ausgezeichnet geführt, zog sich hin bis zum Jahre 1808, welchen Zeitpunkt man als den betrachten kann, wo allgemein chemische Verbindungen als solche, denen bestimmte unabänderliche Zusammensetzungsverhältnisse zukommen, angesehen wurden.

Aber schon früher, während der Dauer des Streites zwischen Berthollet und Proust, hatten einzelne Chemiker diese Ansicht angenommen, und Folgerungen gezogen, welche die von Proust empirisch aufgefundenen Thatsachen einer allgemeineren Betrachtungsweise unterordneten. Es war dies besonders Dalton, der in seiner atomistischen Theorie das Gesetz der bestimmten Proportionen auf eine theoretische Grundlage zurückzuführen suchte.

Proust hatte ausgemittelt, daß, wenn zwei Bestandtheile sich in mehrfachen Verhältnissen verbinden, dieses sprungweise, ohne allmälige

Zwischenglieder, geschieht. Aber er hatte seine Resultate stets in einer Art ausgedrückt, welche ihm das Vorhandensein eines wichtigen Gesetzes verdeckte; nämlich indem er immer zu bestimmen suchte, wieviel von den Bestandtheilen in 100 Gewichtstheilen der Verbindung enthalten ist. Nach dieser empirischen Bezeichnungsweise stellte er z. B. folgende Resultate auf.

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	80	87	78,4
Sauerstoff:	13,8	20	13	21,6

Er dachte aber nicht daran, die Rechnung so zu führen, wieviel des einen Bestandtheils in den beiden Oxydationsstufen mit derselben Menge des andern vereinigt wäre, wo er folgende Resultate erhalten hätte, wenn er die Angabe der Zusammensetzung der niedrigeren Oxydationsstufe unverändert beibehalten hätte:

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	86,2	87	87
Sauerstoff:	13,8	21,5	13	24

wo ihm vielleicht aufgefallen wäre, daß in den Oxydationsstufen des Zinns 24 ziemlich nahe $= 2.13$, und in denen des Kupfers 21,5 auch annähernd $= 2.13{,}8$ ist. Diese Betrachtungsweise, die verschiedenen Mengen des Einen Bestandtheils, welcher sich mit einem andern in verschiedenen Verhältnissen zu verbinden vermag, auf eine constante Gewichtsmenge des letzteren zu beziehen, versuchte zuerst Dalton.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Dalton untersuchte im Anfange dieses Jahrhunderts das sogenannte ölerzeugende Gas und das Kohlenwasserstoffgas; er fand, daß auf dieselbe Gewichtsmenge Kohlenstoff in dem letzteren genau das Doppelte der Gewichtsmenge an Wasserstoff enthalten ist, als im ersteren. Er versuchte, ob sich diese Regelmäßigkeit in anderen ähnlichen Verbindungen wiederfinde, und fand sie an den Oxydationsstufen des Kohlenstoffs, den Verbindungen von Stickstoff mit Sauerstoff u. s. w. bestätigt. — Dalton entdeckte also, daß wenn ein Bestandtheil sich in verschiedenen Gewichtsmengen mit derselben Gewichtsmenge eines andern Bestandtheils verbindet, die ersteren Gewichtsmengen unter einander einfache Multipla sind; er entdeckte das Gesetz der multiplen Proportionen.

Dalton suchte sich für diese Erscheinung eine theoretische Vorstellung zu schaffen. Er nahm an, alle Körper bestehen aus kleinen Theilchen, die

keine weitere Zertheilung zulassen, aus Atomen; und Verbindung entstehe aus dem Aneinanderlagern sehr weniger Atome Eines Bestandtheils an sehr wenige Atome des andern. Als das am häufigsten Vorkommende nahm Dalton an, es verbinde sich 1 Atom des einen Bestandtheils mit 1 Atom des andern; in diesem Falle giebt das Zusammensetzungsverhältniß der Verbindung die relativen Gewichte von den Atomen der Bestandtheile. Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Diese Vorstellungen Dalton's werde ich bei der besondern Betrachtung der atomistischen Theorie noch einmal zu besprechen haben. Die hier geäußerten Ansichten hatte er bereits im Jahre 1804 gefaßt, wo er sie einem andern englischen Chemiker, Thomson, mittheilte. Zu dieser Zeit hatte er auch bereits die Atomgewichte verschiedener Körper bestimmt, wobei er das des leichtesten, des Wasserstoffs, als Einheit annahm. Die Genauigkeit seiner damaligen Bestimmungen läßt sich aus folgender Tabelle ersehen, wo seine Angaben mit denen von Berzelius verglichen sind [1]).

Dalton's Atomgewichtstafel. 1804.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5
Kohlenstoff	5	76,4	13,3
Stickstoff	5	88,5	17,7
Sauerstoff	6,5	100,0	15,4

Die bedeutenden Abweichungen der letzten Columne, deren Zahlen bei richtigen Bestimmungen Dalton's unter sich gleich sein müßten, zeigen, wie ungenau dieser erste Versuch der Ermittelung von Atomgewichten war, und in der That lagen zu der damaligen Zeit noch zu wenig exacte Bestimmungen vor, als daß sie hätten genauer sein können. Doch hatte Dalton vollkommen eingesehen, welche Anwendung sich davon machen läßt; in dem Abschnitte über chemische Zeichen werde ich mittheilen, welchen Weg er einschlug, um mit Zugrundelegung der angegebenen Atomgewichte die Zusammensetzung verschiedener Verbindungen auszudrücken.

[1]) Ich habe hier und in dem Folgenden stets die Berzelius'schen Angaben als die richtigen zur Vergleichung beigesetzt, obgleich einige derselben in der letzten Zeit Abänderungen erlitten haben. Es konnte dies um so mehr geschehen, als die Fehler, womit sie höchstens behaftet sind, jedenfalls nicht in Anschlag kommen gegen die Unrichtigkeiten der früheren Bestimmungen.

Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Dalton's Ansichten wurden zuerst 1807 von Thomson in dessen System of Chemistry bekannt gemacht; in demselben Jahre noch erhielt des Ersteren Gesetz der multiplen Proportionen durch andere Gelehrte Bestätigung. Thomson und Wollaston untersuchten die neutralen und sauren kleesauren Salze, und fanden, daß die mit derselben Gewichtsmenge Basis darin verbundenen Mengen Säuren einfache Multipla unter einander sind. Wollaston zeigte besonders überzeugend, daß sich die Kleesäure in verschiedenen Mengen mit derselben Quantität Kali verbinden kann, und daß sich diese Mengen genau verhalten wie 1 : 2 : 4; ferner daß in den verschiedenen Verbindungen der Kohlensäure mit Kali in der einen auf dieselbe Menge Kali gerade noch einmal so viel Säure enthalten ist, als in der andern. Diese Thatsachen richteten die Aufmerksamkeit der Chemiker in hohem Grade auf Dalton's Theorie. Im Jahre 1808 erschien nun des Letzteren Werk: New System of Chemical Philosophy, und hierin theilte er selbst die Grundzüge seiner Ansichten mit. Als eine bedeutende Erweiterung der stöchiometrischen Kenntnisse, welche wir Dalton verdanken, muß auch noch seine Entdeckung hervorgehoben werden, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile ausgedrückt ist, ein Resultat, daß ebensowohl aus seiner atomistischen Theorie hervorgeht, als auch von ihm in der Erfahrung nachgewiesen wurde.

In dem eben angeführten Werke theilte Dalton eine Tafel der Atomgewichte von 37 Substanzen mit, von welchen ich hier die der wichtigsten ausziehe, und ihnen wieder eine Vergleichung mit den zugehörigen Berzelius'schen Zahlen beifüge.

Dalton's Atomgewichtstafel. 1808.

Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.	Substanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Wasserstoff	1	12,5	12,5	Strontian	46	647,3	14,1
Stickstoff	5	88,5	17,7	Baryt	68	956,9	14,1
Kohlenstoff	5	76,4	15,3	Eisen	38	339,2	8,9
Sauerstoff	7	100,0	14,3	Zink	56	403,2	7,2
Schwefel	13	201,2	15,5	Kupfer	56	395,7	7,1
Bittererde	20	258,3	12,9	Blei	95	1294,5	13,6
Kalk	23	356,0	15,4	Silber	100	1351,6	13,5
Natron	28	390,9	13,9	Platin	100	1233,3	12,3
Kali	42	589,9	14,0	Quecksilber	167	2531,6	15,1

Es stimmen in dieser Tabelle die Zahlen der letzten Columne schon besser, als dies in der früheren der Fall war; sie kommen sich mit wenig Ausnahmen ziemlich nahe, und diese Ausnahmen beruhen meist auf einer andern Betrachtungsweise der Zusammensetzung, als wir sie jetzt anzunehmen gewohnt sind, und geben deßwegen ein einfaches Submultiplum der sonst ziemlich constanten Verhältnißzahl. Wie Dalton mit Hülfe dieser Annahmen für die Atomgewichte der genannten Substanzen sich die Constitution der Verbindungen aus ihnen vorstellte, in Bezug darauf muß ich wieder auf den Abschnitt über chemische Zeichen verweisen. Dalton's stöchiometrische Untersuchungen.

Wir sind jetzt mit der Betrachtung der Geschichte der Stöchiometrie bis zum Jahre 1808 gekommen, wir haben als Hauptpunkte der bis dahin gewonnenen Erkenntniß Richter's Gesetz der Proportionen, Dalton's Gesetz der multiplen Proportionen und des Letzteren Entdeckung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Bestandtheile gegeben ist, kennen gelernt. Der chronologischen Ordnung nach müßten wir jetzt zu den Arbeiten von Gay-Lussac über die Verbindungsverhältnisse der Gase übergehen, die bald von dem größten Einfluß auf die Stöchiometrie wurden. Doch sei es erlaubt, um die Vervollkommnung der stöchiometrischen Tabellen im Zusammenhange zu verfolgen, hier gleich noch einige zusammenzustellen, die sich an Dalton's Arbeiten unmittelbar anschließen, und auf welche Gay-Lussac's bald zu erwähnende Entdeckung noch von keinem Einflusse war.

Dalton's Entdeckungen in der Stöchiometrie und die theoretischen Ansichten, welche er sich darüber bildete, beschäftigten bald die Aufmerksamkeit der Chemiker, von denen einzelne sich dagegen erklärten, während die meisten mit dem Zugeständniß der Richtigkeit der empirisch gefundenen Regelmäßigkeiten auch der theoretischen Ansicht Dalton's beitraten. Zu den frühesten Vertheidigern der atomistischen Theorie in England, Thomson und Wollaston, gesellte sich bald, noch 1807, H. Davy, der im Anfange der atomistischen Theorie keinen Beifall geschenkt hatte. Als er ihr zugetreten war, führte er für den von Dalton gebrauchten Ausdruck »Atomgewicht« eines Körpers die Bezeichnung »Proportionalzahl« ein; Wollaston gebraucht ein demselben Sinne den Ausdruck »Aequivalent«, welcher viel Beifall unter den Chemikern fand, die Dalton's Ansichten über die Ursachen der bestimmten Proportionen nicht theilten. — In Frankreich erfuhr Dalton's atomistische Theorie heftigen Widerspruch durch Berthollet

1808 in der Einleitung, welche dieser zu der französischen Uebersetzung von Thomson's Chemie schrieb, und es war dies nicht zu verwundern, da mit jener Theorie die von Berthollet über die Gewichtsverhältnisse, worin sich Bestandtheile zu Verbindungen vereinigen, geäußerten Ansichten schlechterdings nicht vereinbar waren. In Deutschland zeigten sich gleichfalls viele Chemiker, den dynamischen Ansichten über die Materie zugethan, Dalton's atomistischer Theorie abgeneigt; die empirischen Resultate desselben, das Statthaben bestimmter Proportionen, in welchen sich die Elemente unter einander vereinigen, wurde indeß anerkannt, und die Ermittelung dieser Proportionen, die Bestimmung der Atomgewichts- oder Aequivalentszahlen zu einem der wichtigsten Gegenstände der chemischen Forschung.

Thomson's Atomgewichtstafel. 1810.

Nach Dalton war es zunächst Thomson, der eine Tafel der Aequivalentgewichte für 23 Säuren und Basen berechnete und bekannt machte, und zwar in dem 1810 erschienenen V. Bande seines System of Chemistry. Um über die Genauigkeit urtheilen zu lassen, welche zu dieser Zeit die stöchiometrischen Bestimmungen hatten, hebe ich folgende Angaben der wichtigeren Substanzen aus, und füge die Vergleichung mit Berzelius' Zahlen wieder bei [1]).

Basen.	Thomson.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Thomson.	Berzelius.	Verhältniß.
Baryt	63	956,9	15,2	Weinsteins.	45,7	830,7	18,2
Strontian	37,6	647,3	17,2	Oxals.	39,5	452,8	11,5
Kali	38	589,9	15,5	Essigs.	36	643,2	17,9
Natron	23,3	390,9	16,7	Citronens.	35,1	730,7	20,8
Kalk	21,8	356,0	16,3	Salpeters.	34	677,0	19,9
Bittererde	17,6	258,3	14,7	Bernsteins.	32,5	630,7	19,4
				Schwefels.	31	501,2	16,2
				Phosphors.	22	446,1	20,3
				Salzs.	18	342,6	19,0
				Kohlens.	16,5	276,4	17,0
				Flußs.	11,5	133,8	11,7

[1]) Hinsichtlich der Zahlen für Phosphorsäure, Salzsäure und Flußsäure verweise ich auf das in der Note zu Fischer's Tafel, Seite 365, Gesagte.

Aus den Differenzen zwischen den Zahlen der letzten Columme läßt sich absehen, wie ungenau noch alle stöchiometrischen Bestimmungen um 1810 waren.

Viel genauer und reichhaltiger war eine Tabelle, die kurz nach dieser Zeit von Wollaston zusammengestellt wurde. Wollaston beschäftigte sich namentlich um 1813 viel mit den Atomgewichten, oder wie er sie nannte, Aequivalentgewichten. Um die Rechnung mit denselben zu erleichtern, construirte er seine synoptische Scale der chemischen Aequivalente, indem er die schon bekannten logarithmischen Rechnenstäbe zu chemischen Aequivalentenscalen einrichtete, und so ein Mittel in die Hand gab, die Resultate aller vorkommenden Rechnungen mit Aequivalentgewichten auf ganz mechanische Art zu finden. Diese mechanischen Einrichtungen wurden zu jener Zeit mit Beifall aufgenommen, und mancherlei Verbesserungen und Abänderungen an ihnen angebracht; sie geriethen jedoch bald in Abnahme, sobald die Atomgewichte schärfer bestimmt wurden, und ihre Anwendung also die Ableitung genauerer Resultate gestattete, als die mechanische Verrichtung noch geben konnte.

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Wollaston's Tabelle vom Jahre 1814 läßt uns sogleich einen bedeutenden Fortschritt in der Bestimmung der Atomgewichte erkennen. Sie war aus den besten damaligen Bestimmungen (meist aus denen anderer Chemiker, worunter viele auch bereits von Berzelius), abgeleitet. Wollaston wich darin von Dalton ab, daß er nicht wie dieser als Einheit das Atomgewicht des Wasserstoffs wählte, sondern das des Sauerstoffs = 10 setzte, und darauf die Atomgewichte der anderen Substanzen bezog. Wollaston's Tabelle war schon viel vollständiger als die Dalton's; sie umfaßte die Atomgewichte vieler einfachen Körper, und die Constitution und Atomgewichte vieler Basen, Säuren und Salze. Ich theile von seinen Angaben hier die wichtigsten mit; eine Vergleichung mit den Berzelius'schen Zahlen ergiebt sich leicht, da Beider Darstellung nur darin abweicht, daß bei Wollaston das Atomgewicht des Sauerstoffs = 10, bei Berzelius = 100 angenommen ist.

Wollaston's Atomgewichtstafel. 1814.

Substanz.	Wollaston.	Berzelius.	Substanz.	Wollaston.	Berzelius.
Wasserstoff	1,32	12,5	Kalium	49,1	489,9
Sauerstoff	10,00	100,0	Bittererde	24,6	258,3
Wasser	11,32	112,5	Calcium	25,46	256,0
Kohle	7,54	76,4	Strontian	63	647,3
Schwefel	20,00	201,2	Baryt	97	956,9
Phosphor	17,40	196,2	Eisen	34,5	339,2
Stickstoff	17,54	177,0	Kupfer	40	395,7
Chlor	44,1	442,6	Zink	41	403,2
Kleesäure	47,0	452,8	Quecksilber	125,5	1265,8
Ammoniak	21,5	214,5	Blei	129,5	1294,5
Natrium	29,1	290,9	Silber	135	1351,6

Es ist hier nur zu der Bestimmung des Atomgewichts des Phosphors die Bemerkung zu machen, daß Wollaston in der Phosphorsäure auf 1 Aequivalent Phosphor 2 Aequivalente Sauerstoff annahm. — Die anderen in der Tabelle vorkommenden Verbindungen betrachtete er schon meist ganz so, wie es jetzt noch der Fall ist.

So waren um 1814 schon die Atom- oder Aequivalentgewichte der Körper in einer Weise festgestellt, welche von den jetzt gebrauchten sich nur in der Beziehung unterschieden, daß die einzelnen Zahlenwerthe nicht ganz so genau waren, und daß die Bestimmungen ganz empirisch diejenigen Gewichtsverhältnisse ausdrückten, nach welchen sich die Constitution der Verbindung am einfachsten ergab. Diese Gewichte wurden von Einigen als die wahren relativen Gewichte der Atome der Körper angesehen, aber für keine Klasse von Körpern wurde bei den obigen Bestimmungen eine andere Betrachtungsweise geltend gemacht, welche als Beweis hätte hinzutreten können, daß die so gefundenen Aequivalentgewichte auch wirklich die Atomgewichte sind. Ein neuer Gesichtspunkt wurde möglich, nachdem schon 1808 Gay-Lussac ein einfaches Gesetz über die Verbindungsverhältnisse der Gasarten hatte kennen lehren. Die näheren Umstände dieser Entdeckung, die der Stöchiometrie ganz angehört, haben wir nun zu betrachten.

Die ersten Versuche, die Raumverhältnisse zu bestimmen, in welchen sich zwei Gasarten zu einer chemischen Verbindung vereinigen, datiren aus

den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts. Die Versuche von Priestley, welcher mittelst Salpetergas den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen suchte, gehören weniger hierher. Lavoisier war der erste, der in dieser Beziehung genaue Untersuchungen anstellte. Bereits im Jahre 1783 untersuchte er in Gemeinschaft mit La Place, in welchem Verhältniß sich Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser verbindet, und fand es 1 Volumtheil Sauerstoffgas zu 1,91 Volumtheilen Wasserstoffgas. Bei einer gleich darauf folgenden Wiederholung des Versuchs, die er gemeinschaftlich mit Meusnier anstellte, bestimmte er das Verhältniß wie 12 Raumtheile Sauerstoffgas zu 23 Raumtheilen Wasserstoffgas. Fourcroy, Vauquelin und Seguin fanden 1790, daß 100 Volumtheile Sauerstoffgas sich mit 205 Volumtheilen Wasserstoffgas zu Wasser vereinigen. Keiner von allen diesen dachte indeß daran, daß das Verhältniß der Volumtheile einfach 1 zu 2 sein könnte, obgleich die Resultate der Beobachtungen nur wenig davon abwichen. — Ebenso hatte schon 1785 Berthollet gezeigt, daß bei dem Zersetzen von 100 Volumtheilen Ammoniakgas die nun getrennten Bestandtheile 194 Volumtheile einnehmen, ohne zu bemerken, wie nahe dies Ausdehnungsverhältniß 1:2 ist. Auf diese Regelmäßigkeit in ihrer ganzen Wichtigkeit machte erst Gay-Lussac 1808 aufmerksam.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase.

Bereits 1805 hatte dieser Gelehrte in Gemeinschaft mit Alexander von Humboldt gefunden, daß die Vereinigung von Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas zu Wasser genau in dem Verhältniß von 1 Volumtheil des ersteren zu 2 Volumtheilen des letzteren Gases stattfindet. Auch Gay-Lussac indeß verallgemeinerte diese Bemerkung zu jener Zeit noch nicht, erst 1808 fand er, durch genaue Zerlegung vieler Verbindungen, deren Bestandtheile gasförmig sind, daß, wenn sich zwei Gase mit einander vereinigen, dies immer in der Art geschieht, daß die Volume der Bestandtheile, welche in der Verbindung enthalten sind, in einem einfachen Verhältniß zu einander stehen. Er zeigte, daß die Bildung des Wasses hierher gehört, insofern sich dabei 1 Volum Sauerstoffgas mit genau 2 Volumen Wasserstoffgas verbindet; er zeigte weiter, daß Salmiak durch die Vereinigung von 1 Volum Salzsäuregas mit genau 1 Volum Ammoniakgas entsteht, daß Fluorborongas sich in zwei Verbindungen mit Ammoniakgas verbindet, entweder zu gleichen Raumtheilen, oder in dem Verhältniß von 2 Volumtheilen des ersteren Gases auf 1 Volumtheil des letzteren; daß bei der Verbindung des

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse d. Gase.

Kohlensäuregases dasselbe Verhalten statthat. Ebenso zeigte er, daß Schwefelsäure entsteht durch Verbindung von 1 Volumtheil schwefliger Säure mit ½ Volumtheil Sauerstoff, und auch die Zusammensetzung des Ammoniaks ergab sich nun schon aus Berthollet's älteren Versuchen, die sein Sohn zu dieser Zeit wiederholte, als aus 1 Maaß Stickgas auf 3 Maaß Wasserstoffgas bestehend. Diese Gesetzmäßigkeit, daß, wenn sich ein gasförmiger Bestandtheil in mehreren Verhältnissen mit einem andern Gas verbindet, die Mengen des ersteren (nach Volum), welche zu derselben Volummenge des zweiten treten, einfache Multipla unter einander sind, wies Gay-Lussac damals besonders überzeugend für die Oxydationsstufen des Stickstoffs nach. Er fand, daß die folgenden Verbindungen aus ihren Bestandtheilen (diese im Gaszustand gedacht) zusammengesetzt sind:

Stickoxydul	aus	2	Maaß	Stickgas	auf 1	Maaß Sauerstoffgas
Stickoxyd	»	2	»	»	» 2	» »
salpetrige Säure	»	2	»	»	» 4	» »

Gay-Lussac zeigte ferner, daß das Volum des Products einer solchen Verbindung, wenn es gasförmig ist, zu der Summe der Volume der Bestandtheile in einem einfachen Verhältniß steht; daß es entweder der Summe der Volume der Bestandtheile gleich ist, oder ½ oder ⅓ .... davon; wie z. B. im Ammoniak 1 Volum Stickgas und 3 Volume Wasserstoffgas (zusammen 4 Volume) zu 2 Volumen der Verbindung vereinigt sind, und salpetrige Säure sich bildet, indem 1 Maaß Stickgas sich mit 2 Maaß Sauerstoffgas zu 2 Maaß der Verbindung (⅔ der Summe der Volume der Bestandtheile) vereinigt.

Die Regelmäßigkeiten, welche Gay-Lussac hinsichtlich der Verbindung gasförmiger Bestandtheile nachwies, wurden den Chemikern 1809 bekannt, wo sie Gay-Lussac in dem 2. Bande der Mémoires de la société d'Arcueil publicirte. Sie schienen anfangs mit Dalton's Ansichten nicht verträglich. Der Grund davon lag einfach darin, daß zu jener Zeit noch alle Bestimmungen der specifischen Gewichte der Gasarten sehr unvollkommen waren. Wenn es nach Dalton hinsichtlich der Zusammensetzung nach Gewicht allgemein wahr ist, daß chemische Verbindungen überhaupt nach einfachen Verhältnissen der Atomgewichte ihrer Bestandtheile zusammengesetzt sind, daß in Verbindungen nach mehrfachen Verhältnissen auf 1 Atomgewicht des einen Bestandtheils einfache Multipla des Atomgewichts des andern Bestandtheils enthalten sind — wenn es

andererseits nach Gay-Lussac wahr ist, daß solche Regelmäßigkeiten auch für die Verbindungen der Gase nach Volumen gelten — so läßt sich hieraus kein anderer Schluß ziehen, als daß Ein Volum eines Gases zugleich Ein Atomgewicht desselben ist, daß gleiche Volume verschiedener Gase im Verhältniß ihrer Atomgewichte schwer sind; daß also die specifischen Gewichte der Gase auch ihre Atomgewichte sind, oder doch in einem einfachen Verhältniß dazu stehen. Und wenn dies nicht der Fall ist, so müssen entweder Dalton's Gesetze oder die Gay-Lussac's ungültig sein. Die specifischen Gewichte der Gasarten waren aber damals im höchsten Grade unvollkommen ermittelt; von den einfachen Körpern kannte man nur drei im Gaszustand in Hinsicht auf ihre Dichtigkeit, und selbst bei diesen wenigen stimmten die damals als die besten angesehenen Dichtigkeitsbestimmungen nicht mit dieser Folgerung. Kann es unter diesen Umständen wundern, wenn Dalton, von der Richtigkeit seiner Ansichten überzeugt, Bedenken trug, die Folgerungen von Gay-Lussac's Versuchen anzuerkennen? In der That suchte Dalton in dem 1810 erschienenen 2. Bande seines New System of Chemical Philosophy zu widerlegen, daß eine solche Regelmäßigkeit hinsichtlich der Verbindung von gasförmigen Körpern statthabe, wie sie Gay-Lussac angezeigt hatte. Die letzteren indeß bestätigten sich bald allgemein (wenn die Genauigkeit, womit Gay-Lussac's Versuche angestellt waren, noch eine Bestätigung nöthig machte), und bald sah man auch ein, aus welchem Grunde die Uebereinstimmung zwischen Dalton's und Gay-Lussac's Gesetzen bisher zu mangeln schien.

Untersuchungen über die Verbindungsverhältnisse d. Gase.

Als der Chemiker, welcher vorzüglich die von Gay-Lussac entdeckten Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Verbindungsverhältnisse gasförmiger Körper bei der Bestimmung der Gewichtsmengen, in welchen sich die Körper überhaupt vereinigen, zu Grunde legte, ist Berzelius zu nennen. Berzelius ist als der Schöpfer des heutigen Zustandes der Stöchiometrie zu betrachten; ebenso wie in dem theoretischen Theil der Stöchiometrie (den ich gleich in der Geschichte der atomistischen Theorie abhandeln werde), hat er auch in dem experimentellen Vorzügliches geleistet. Kein anderer hat, so wie er, die von Richter, Dalton und Gay-Lussac für verhältnißmäßig wenig Verbindungen aufgefundenen Gesetze zu bestätigen, zu verallgemeinern und erweitern gewußt, keiner sich um die sorgfältige Bestimmung

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

der dabei in Betracht kommenden Zahlenverhältnisse so viel Verdienst erworben, als Berzelius.

Berzelius' Arbeiten fingen weit früher an, als bis wohin wir in dem Vorhergehenden bereits die Fortschritte der Stöchiometrie verfolgt haben, und an der Entwicklung bis zu diesem Zeitpunkt hatte er bereits wichtigen Antheil, wie denn besonders in der Seite 376 mitgetheilten Tabelle von Wollaston viele Bestimmungen ihre Richtigkeit der Genauigkeit der Analysen von Berzelius verdanken, aus denen sie abgeleitet sind.

Berzelius wurde zu Untersuchungen über diesen Gegenstand geführt, als er die erste Auflage seines Lehrbuchs der Chemie (welche 1808 erschien) bearbeitete, und zu diesem Behuf unter anderen wenig gelesenen Werken auch Richter's Schrift »über die neueren Gegenstände der Chemie« durchging. Berzelius' durchdringender Geist sah sogleich die lange verkannte Wichtigkeit der Richter'schen Betrachtungsweise ein, er sah, daß diese Betrachtungsweise ein Mittel in die Hand giebt, aus der genauen Analyse einiger Salze die Zusammensetzung aller anderen Salze, welche aus den ersteren durch wechselseitige Zersetzung unter Beibehaltung der Neutralität gebildet werden können, mit Sicherheit abzuleiten. Berzelius sah ein, daß die erste Grundlage zur Anwendbarkeit dieser Berechnungsmethode in möglichst scharfen Analysen einiger Salze gesucht werden muß; er begann an dieser Feststellung der stöchiometrischen Elemente zu arbeiten in einer Zeit (vor 1808), als weder Dalton's atomistische Theorie noch Gay-Lussac's Entdeckungen über die Verbindungsverhältnisse der Gase zur allgemeineren Kenntniß gekommen waren. Als Dalton's Entdeckung der multiplen Proportionen und der Gesetzmäßigkeit, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte der darin enthaltenen Bestandtheile gegeben ist, Berzelius bekannt wurde, hatte er bereits unter den schon gewonnenen Resultaten seiner Analysen viele, welche diese Ansichten auf eine ausgezeichnete Weise bestätigten. Und indem Berzelius alle seitdem in das Gebiet der Stöchiometrie fallenden Entdeckungen in das Bereich seiner Arbeit aufnahm, und selbst mehrere der wichtigsten Regelmäßigkeiten entdeckte, gewannen seine Untersuchungen über diesen Gegenstand eine solche Ausdehnung, wie kaum je irgend ein anderer Chemiker einen einzelnen Zweig der Chemie umfassend behandelt hat.

Berzelius, nicht mit den vagen Uebereinstimmungen zwischen Rechnung und Erfahrung zufrieden, welche für Richter und Dalton in

vielen Fällen genügend waren, um die Existenz von Naturgesetzen für erwiesen zu erachten, fand im Gegentheil in den Differenzen zwischen den unmittelbaren Ergebnissen der Analyse und der aus einigen früher bestimmten Elementen geführten Rechnung die Wegweiser, welche ihn zu einer hinreichend scharfen Ausmittelung aller in der Stöchiometrie vorkommenden Zahlengrößen leiteten. Er sah in jeder, noch so kleinen, Differenz das Kennzeichen eines begangenen Beobachtungsfehlers, aber durch häufige Wiederholung der Versuche nach verschiedenen Methoden lernte er die begangenen Fehler kennen und vermeiden; indem er so zeigte, nach welchen Methoden man arbeiten muß, um die Resultate von Analysen in vollkommene Uebereinstimmung mit der theoretischen Berechnung zu bringen, hob er die analytische Chemie zu einer Stufe der Vollkommenheit, welche sie ohne diese scharfe Controle, ohne seinen Scharfsinn in der Auswahl der zweckmäßigsten Methoden und in der Auffindung neuer Hülfsmittel und ohne seine bewundernswürdige Ausdauer nie erreicht hätte. Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

Von den vielen wichtigen Wahrnehmungen, welche Berzelius bei diesen Untersuchungen machte, erwähne ich hier, als der Zeit nach der ersten, derjenigen über das Verhältniß der Sauerstoffmengen der Basen und Säuren in neutralen Salzen. Daß das Sättigungsvermögen der Metalloxyde von ihrem Sauerstoffgehalt abhängt, hatte schon Richter gefunden; durch Davy's Entdeckung, daß auch die Alkalien Metalloxyde sind, wurde in dieser Beziehung weiteren Forschungen die Bahn eröffnet, und Berzelius zeigte 1810 durch die genauesten Untersuchungen, daß allgemein bei Bildung eines Neutralsalzes eine bestimmte Menge von einer Säure immer in der sie sättigenden Basis dieselbe Menge Sauerstoff voraussetzt. Berzelius ging aber nun weiter zur Beantwortung der Frage, wie sich die Menge des Sauerstoffs in den Säuren zu der Menge einer Basis, welche sie sättigen, verhält; und schon 1811 wurde von ihm nachgewiesen, daß eine Säure in jedem Neutralsalze, das sie bildet, entweder eine gleiche Menge, oder doppelt, oder dreifach u. s. w. so viel Sauerstoff enthält, als die Basismenge, wodurch sie neutralisirt wird, daß also in den neutralen Salzen der Sauerstoff der Base ein Theiler ist für den Sauerstoff der Säure. Diese und andere Entdeckungen von Berzelius, daß z. B. wenn ein Schwefelmetall in ein schwefelsaures Salz oxydirt wird, das letztere neutral ist, u. s. w., trugen hauptsächlich dazu bei, die Wichtigkeit der stöchiometrischen Rechnungen in's rechte Licht zu setzen.

Berzelius' stöchiometrische Untersuchungen.

Kein anderer Chemiker hat die Gesetze der Stöchiometrie so fruchtbar zu machen gewußt, kein anderer hat sie in so vielen verschiedenen Fällen nachgewiesen, wo man weit entfernt war, derartige Regelmäßigkeiten vorauszusetzen. Außer seinen zahlreichen Untersuchungen über Verbindungen der unorganischen Chemie, deren atomistische Constitution er aufzufinden sich bestrebte, waren besonders diejenigen Entdeckungen von ihm für die Chemie wichtig, daß auch alle organischen Substanzen nach den Regeln der Stöchiometrie zusammengesetzt sind, und daß die Producte des Mineralreichs ebenso eine bestimmte Regelmäßigkeit der Zusammensetzung befolgen, und sich ganz als chemische Verbindungen betrachten und classificiren lassen. Ueber diese Gegenstände findet sich die weitere Mittheilung des Historischen, wo von der Mineralogie als einer Hülfswissenschaft der Chemie gehandelt wurde, und wo die Entwicklung der organischen Chemie zu besprechen ist. Hier aber ist zunächst noch weiter auszuführen, wie Berzelius sich ein unvergängliches Verdienst dadurch erworben hat, daß er die Atomgewichte aller einfachen Körper, alle stöchiometrischen Elemente, durch genaue Versuche möglichst scharf festzustellen suchte. Seine Bemühungen in dieser Beziehung machten eine Reihe von Arbeiten nöthig, von einer Ausdehnung, wie sie kaum bei der Lösung irgend eines andern wissenschaftlichen Problems wieder vorkam, und er führte sie mit einer Genauigkeit aus, daß noch für lange Zeit seine Bestimmungen im Allgemeinen die leitenden sein werden. Mögen auch in neuester Zeit einige seiner Bestimmungen Berichtigungen erhalten haben, so sind doch diese nicht bedeutend; Berzelius hat wenigstens die Atomgewichte mit einer solchen Genauigkeit ausgemittelt, daß über die Constitution der Verbindungen kein Zweifel bleiben konnte; und welche andere Arbeit in der Chemie kann sich, mit Berücksichtigung der Zeit, wo sie angestellt wurde, mit der von Berzelius an Genauigkeit messen, welche andere Zahlenbestimmungen haben, trotz des raschen Fortschreitens dieser Wissenschaft, so lange sich volle Autorität zu behaupten gewußt?

Berzelius' Bestimmungen der Atomgewichte (die Arbeiten hierüber sind ursprünglich in dem 3. — 6. Theile seiner Afhandlingar [1810 — 1818] und in den Denkschriften der Stockholmer Akademie für diesen Zeitraum enthalten) gaben schon in dem Anfange seiner Untersuchungen Resultate, welche von denen seine Vorgänger oft bedeutend abwichen; seine späteren Untersuchungen berichtigten seine ersten, zeigten aber zugleich, wie gering

die Fehlergrenze auch bei diesen gewesen war. Ich habe oben angefangen, die Vervollkommnung der stöchiometrischen Tafeln von ihrer ersten Entstehung an dadurch zu zeigen, daß ich die verschiedenen Tabellen, wie sie hintereinander aufgestellt wurden, mittheilte. Es wird, um diese Uebersicht zu vollenden, angemessen sein, auch die Atomgewichtstafeln von Berzelius hier einzurücken, und ich wähle hierzu die erste vollständige, die er mittheilte (von 1815), und eine spätere gleichfalls von ihm ausgegangene (von 1826), welche letztere sich in den meisten Zahlen unverändert bis auf die neueste Zeit behauptet hat. Die minder wichtigen Elemente glaube ich hier auslassen zu dürfen.

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Substanz	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Sauerstoff	100	100
Schwefel	201	201,2
Phosphor	167,5	196,2
Muriaticum	139,6	(142,6)
Fluoricum	60	
Boron	73,3	136,0 (× ½ = 68,0)
Kohle	74,9	76,4
Nitricum	79,5	(77,0)
Wasserstoff	6,64	6,24
Arsenik	839,9	470,0 (× 2 = 940,0)
Molybdän	601,6	598,5
Chrom	708,1	351,8 (× 2 = 703,6)
Wolfram	2424,2	1183,2 (× 2 = 2366,4)
Tellur	806,5	806,5
Antimon	1613	806,5 (× 2 = 1613,0)
Kiesel	304,3	277,5
Platin	1206,7	1215,2
Gold	2483,8	1243,0 (× 2 = 2486,0)
Quecksilber	2531,6	1265,8 (× 2 = 2531,6)
Silber	2688,2	1351,6 (× 2 = 2703,2)
Kupfer	806,5	395,7 (× 2 = 791,4)
Nickel	733,8	369,7 (× 2 = 739,4)
Kobalt	732,6	369,0 (× 2 = 738,0)
Wismuth	1774	1330,3 (× ⅓ = 1774)
Blei	2597,4	1294,5 (× 2 = 2589,0)
Zinn	1470,6	735,3 (× 2 = 1470,6)

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Substanz.	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Eisen	693,6	339,2 (× 2 = 678,4)
Zink	806,4	403,2 (× 2 = 806,4)
Mangan	711,6	355,8 (× 2 = 711,6)
Aluminium	343	171,2 (× 2 = 342,4)
Magnesium	315,5	158,4 (× 2 = 316,8)
Calcium	510,2	256,0 (× 2 = 512,0)
Strontium	1118,1	547,3 (× 2 = 1094,6)
Baryum	1709,1	856,9 (× 2 = 1713,8)
Natrium	579,3	290,9 (× 2 = 581,8)
Kalium	978,0	489,9 (× 2 = 979,8)

Zu dieser Tabelle bemerke ich vorerst, daß in der Phosphorsäure Berzelius 1815 zwei Atome Sauerstoff annahm; daß Muriaticum, Fluoricum und Nitricum hypothetische Körper sind, welche nach Berzelius' früheren Ansichten die Säuren bilden, die beiden ersteren durch Verbindung mit 2 Atomen Sauerstoff die hypothetische Salzsäure und Flußsäure, die letztere durch Verbindung mit 6 Atomen Sauerstoff die Salpetersäure (und diesen Annahmen gemäß sind die aus den Angaben von 1826 abgeleiteten Vergleichungen beigefügt).

In Hinsicht auf die Genauigkeit der einzelnen Zahlenbestimmungen, insofern sie von der größeren Geschicklichkeit und den vervollkommneteren Methoden zu analysiren abhängt, haben wir jetzt die stöchiometrischen Tabellen von ihrem ersten Anfange an bis zu unserer Zeit verfolgt; denn die meisten der in der zunächst vorhergehenden Tabelle enthaltenen Größen sind noch jetzt die allgemein angenommenen, und wenn auch einzelne Bestimmungen in der letzten Zeit noch genauer ausgeführt worden sind, als es Berzelius zu der Zeit möglich war, wo er die dahin gehörigen Versuche ausführte, so sind doch die neueren Resultate von denen, welche Berzelius auffand, nur wenig verschieden, sehr wenig im Verhältniß zu den Aenderungen, durch welche Berzelius alle vor seiner Zeit abgeleiteten Angaben berichtigte. In dieser Beziehung könnten wir uns nun von der Bestimmung der Atomgewichte wegwenden, aber wenn wir diese stöchiometrischen Tabellen aus verschiedenen Zeitpunkten betrachten, so sehen wir, daß unabhängig von der eben besprochenen Art der genaueren Zahlen-

bestimmung und der Willkürlichkeit, für welchen Körper man das Atomgewicht = 1 oder 10 oder 100 setzt, die Angaben für das Gewicht Eines Atoms sich mannichfach ändern; daß z. B. Dalton in Bezug auf das Atomgewicht des Sauerstoffs das des Wasserstoffs doppelt so groß setzte, als Berzelius; daß 1815 bei vielen Metallen für das Gewicht Eines Atoms gehalten wurde, was 1827 und später als das Gewicht von zwei Atomen angesehen wurde. Es führt uns dies darauf, zu untersuchen, nach welchen Grundsätzen man in den verschiedenen Zeiten für die Körper das relative Gewicht Eines Atoms auszumitteln suchte. Wir haben dies in der Betrachtung der Theorien über die atomistische Constitution der Materie zu untersuchen, die das Vorhergehende vervollständigen muß, in welchem die empirische Erkenntniß der stöchiometrischen Gesetze der hauptsächlichste Gegenstand der Berichterstattung war.

Atomistische Theorie.

Die allgemeinen Betrachtungen darüber, ob die Materie aus kleinen, an sich untheilbaren, Körperchen zusammengesetzt sei, gehören mehr in das Gebiet der Philosophie, als in das der Chemie. Insofern wir hier hauptsächlich die Anwendung dieser Betrachtungsweise auf chemische Erscheinungen im Auge zu behalten haben, wird für die einer solchen Anwendung der Zeit nach vorhergehenden atomistischen Ansichten eine kurze Andeutung genügen.

Ansichten der griechischen Philosophen.

Die erste Aeußerung atomistischer Ansichten reicht vor die Zeit jeder wissenschaftlichen Erforschung der Chemie hinaus; in der griechischen Philosophie sind die ersten Keime dieser später für unsere Wissenschaft so fruchtbaren Idee zu suchen. Leucippus (500 vor Chr. Geb.) war, soweit die Geschichte darüber Auskunft giebt, der Erste, welcher in allen Körpern höchst feine, verschieden gestaltete und auch ihrem Wesen nach verschiedene kleinste Theilchen als Grundlage annahm; eine Folge der Verbindung der gleichartigen unter diesen kleinsten Theilchen sollte die Bildung größerer Massen derselben Substanzen sein. Diese Ansicht wurde hauptsächlich ausgebildet durch Epicur (345 — 274 vor Chr. Geb.), welcher zuerst diesen angenommenen kleinsten Theilchen die Bezeichnung »Atome« beilegte, und dadurch ihre Untheilbarkeit und Unveränderlichkeit aussprach. Das Wesentliche der atomistischen Betrachtungsweise, wie sie von Epicur angedeutet wurde, beruht also darin, daß nach ihr die gesammten Körper durch das Zusammentreffen gleichartiger Theilchen gebildet werden, und daß die Be-

Atomistische Theorie. schaffenheit der Atome zugleich die Eigenschaften der daraus zusammengesetzten Körper bedingt.

Von dieser Zeit an zieht sich die atomistische Theorie durch viele Jahrhunderte durch, angenommen von bedeutenden Gelehrten, vielfach verdreht von den Scholastikern, in deren Naturphilosophie die Zusammensetzung aller Körper aus materiellen Theilchen gelehrt wurde. — Die Chemiker bis zum 17. Jahrhundert haben wenig Bestimmtes darüber ausgesprochen, ob sie der atomistischen Theorie anhingen; derartige Gegenstände lagen meist nicht in dem Kreise ihrer Untersuchung. Einzelne indeß noch in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts gaben gelegentlich eine Ansicht zu erkennen, z. B. van Helmont, für welchen die atomi gas ob nimiam exiguitatem invisibiles sind, und der also doch Atome in den Körpern angenommen zu haben scheint.

Des Cartes' Ansichten. Die atomistische Theorie gewann noch an Ansehen, als gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts sie Des Cartes [1]) zur Grundlage seiner Ansichten über das Wesen der Materie nahm. Er betrachtete die Materie als zusammengesetzt aus Atomen, die zwar an und für sich untheilbar sind, dem Begriffe nach aber als theilbar gedacht werden können, weil sie ausgedehnt sein müssen; und ohne Ausdehnung hält er nichts Materielles für denkbar. Nach Des Cartes sollen alle Atome, je nach ihrer verschiedenen Feinheit, in drei Kategorien zerfallen, und er versuchte die verschiedenen Eigenschaften verschiedener Körper durch ihren ungleichen Gehalt an Atomen von verschiedener Feinheit zu erklären. Endlich sollen diese Atome an sich keine Schwere haben, sondern diese erst durch ihre Lage und Bewegung gegen einander erhalten.

Weniger spitzfindig, aber den Naturerscheinungen mehr entsprechend und einen den heutigen Meinungen sich nähernden Versuch zu ihrer Erklä-

---

[1]) René Des Cartes (latinisirt Carteslus) war 1596 zu La Haye en Touraine geboren. Seine Erziehung genoß er in dem Jesuitencollegium zu La Flèche; um seine Erfahrungskenntnisse durch Reisen auszubilden, wählte er den Militairstand, und machte mehrere Feldzüge in Deutschland mit. Später ließ er sich als Privatmann in Holland nieder, wo er indeß seiner metaphysischen Ansichten wegen mit den Geistlichen in heftige Streitigkeiten gerieth. Einer Einladung der Königin Christine von Schweden folgend, verlebte er seine letzten Jahre in Stockholm, wo er 1650 starb. Seine Leiche wurde 1666 nach Paris gebracht. Seine Schriften wurden zu Amsterdam 1690—1701 und wiederholt 1713 gesammelt herausgegeben.

rung gestattend, waren Boyle's gleichzeitige Ansichten. Er zuerst faßte den Begriff dessen auf, was wir jetzt unter einem chemischen Atome verstehen; er legte den Atomen oder Partikeln, wie er sie nannte, Schwere bei, und seine Betrachtungsweise hat namentlich für uns Interesse, weil er zuerst die Entstehung einer chemischen Verbindung aus der innigen Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen verschiedener Bestandtheile zu erklären suchte. Seite 307 dieses Theiles, wo von den Theorien über die Ursache der Verwandtschaft die Rede war, habe ich schon eine hierher bezügliche Stelle von ihm mitgetheilt, und in seinem Werke »Chemista scepticus« (1661) finden sich noch mehrere dahin gehörige Stellen. Er stellt hier die Propositionen auf: Non videri absurdum concipere, in prima mixtorum corporum productione materiam illam universalem, ex qua ea inter ceteras universi partes constabant, in exiguas particulas, diversis magnitudinibus et figuris instructas, varieque motas, actu divisas esse; und über die Entstehung der chemischen Elemente (vergl. Seite 275): Neque esse impossibile, ex minutis his particulis quasdam ex minimis et vicinis hic illic in minutas massulas et quasi racemos fuisse associatas, suisque coalitionibus magnam copiam exiguorum ejusmodi primariorum concretorum, seu massularum copiam constituisse, quae in tales particulas, quae eas componebant, non facile poterant dissipari. So steht bei Boyle ein Partikularsystem ziemlich ausgebildet da, nach welchem jede Vereinigung auf Juxtaposition kleinster Theilchen beruht, und bei Bildung complicirterer Verbindungen sich zusammengesetzte Atome, wie sonst einfache, verhalten.

Atomistische Theorie. Boyle's Ansichten.

Auf den eben citirten Abschnitt von den Theorien über die Ursache der Verwandtschaft verweise ich auch, was die atomistischen Ansichten der ihm zunächst folgenden Chemiker angeht, ebenso wie ich Seite 324 bereits über den Versuch, im Gegensatz zu der atomistischen Theorie eine dynamische zu begründen, berichtet habe.

Die atomistische Theorie wurde für die Chemie aber erst von größter Wichtigkeit, und ihre Anwendbarkeit wurde erst außer allen Zweifel gesetzt, als die Chemiker sie nicht allein zur Erklärung der Entstehung einer chemischen Verbindung im Allgemeinen benutzten, sondern als sie anfingen, sie mit den Untersuchungen über die Gewichtsverhältnisse, in welchen sich die verschiedenen Körper verbinden, in Zusammenhang zu bringen.

Den ersten, aber noch sehr unvollkommenen Versuch in dieser Bezie-

Atomistische Theorie. Higgins' Ansichten.

hung hatte Higgins (Professor der Chemie zu Dublin) gemacht. In einer 1789 erschienenen Schrift »A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic theories« äußerte er, daß man die Körper als aus Theilchen oder Atomen zusammengesetzt ansehen könne, und daß die verschiedenen Oxydationsstufen die Folge seien von der Verbindung verschieden vieler Atome Sauerstoff mit einem Atom des andern Bestandtheils. Diese Ansicht wurde nur gelegentlich erwähnt; keine Versuche lagen damals vor, durch welche sie hätte gerechtfertigt werden können; ihr Urheber selbst stellte keine an, um sie zu beweisen, und so muß Higgins' Meinung als eine unbegründete angesehen werden, die zudem auf alle folgenden derartigen Untersuchungen keinen Einfluß ausübte, also auch die spätere Entdeckung von Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf atomistische Zusammensetzung in keiner Weise als eine Folgerung aus Higgins' Andeutungen erscheinen läßt.

Richter hat über die theoretische Betrachtung der Verbindungsverhältnisse wenig mitgetheilt. Es findet sich bei ihm öfters der Ausdruck Massentheilchen gebraucht, um die Gewichtsmengen der Säuren und Basen zu bezeichnen, die mit einander in Verbindung treten. Obgleich diese Auffassung der später für den Begriff eines Atoms aufgestellten ziemlich entspricht, kann man doch Richter keinen Antheil an der Begründung der chemischen Atomtheorie zugestehen. Er hat die Aufstellung dieser Theorie wohl vorbereitet, aber er hat die Theorie selbst nicht ausgesprochen.

Dalton's atomistische Theorie.

Dalton war der Erste, der dies that, und zwar sogleich mit Anwendung auf die Zusammensetzung sehr verschiedenartiger Verbindungen. Zu dem, was hierüber schon Seite 370 bis 374 dieses Theiles angegeben wurde, haben wir hier noch Folgendes hinzuzufügen. Seine Theorie, wie er sie bereits 1804 aufgefaßt hatte, entwickelte er vollständiger zuerst 1808. Nach dieser sind alle Körper bis zu einer gewissen Grenze theilbar; darüber hinaus findet keine weitere Theilbarkeit Statt. Die letzten Producte der soweit als möglich fortgesetzt gedachten Theilung sind Atome, welche für dieselben Körper stets von gleichem Gewicht und von gleicher Größe sind. Die Atome der verschiedenen einfachen Körper sind verschieden schwer, wahrscheinlich auch verschieden groß. Jedes Atom ist mit einer Wärmesphäre umgeben; unmittelbare Berührung zweier Atome findet nie Statt, weder zwischen gleichartigen, noch zwischen ungleichartigen. Ob die Atome der verschiedenen einfachen Körper gleichgestaltet sind, steht dahin; aber da wir jedes Atom mit seiner zugehörigen Wärmesphäre als ein Ganzes betrachten

können, so sind gewiß in diesem Sinne die Atome aller einfachen Körper kugelförmig, und auch die Gestalt eines durch Zusammentreten mehrerer verschiedenartiger Atome entstehenden kleinsten Theilchens einer Verbindung kann als sphärisch oder sich der sphärischen Form nähernd betrachtet werden, wenn man die Gestalt als durch die Wärmesphäre gegeben annimmt. Chemische Verbindung entsteht durch inniges Aneinanderlagern von Atomen verschiedener Körper zu einem eigenthümlichen neuen Atome. Die (zusammengesetzten) Atome einer Verbindung stehen weiter von einander ab, als die in einem Atome der Verbindung enthaltenen einfachen Atome unter sich entfernt sind. Chemische Analysis oder Synthesis ist nichts weiter als Trennung von auf diese Art innig vereinigten Atomen verschiedener Körper, oder Wiedervereinigung derselben. Bei Bildung einer chemischen Verbindung treten nur sehr wenige (meist Eins) Atome des einen Bestandtheils mit sehr wenigen (meist Einem) des andern zur Bildung eines Atoms der Verbindung zusammen. Die Mengen der in einem zusammengesetzten Atome enthaltenen elementaren Atome stehen also in einem einfachen Verhältnisse zu einander. Verbinden sich zwei Elemente nur in einem einzigen Verhältnisse, so ist zu vermuthen, daß sich 1 Atom des einen Bestandtheils mit 1 Atom des andern verbunden hat, und die Gewichtsmengen, in denen sie sich vereinigen, geben die relativen Gewichte der Atome der Elemente. Verbinden sich zwei Elemente A und B in verschiedenen Verhältnissen, so müssen die so entstehenden verschiedenen Verbindungen in folgender Reihe enthalten sein:

Dalton's atomistische Theorie.

1	Atom	A	verbinden	sich	mit	1	Atom	B	zu	1	Atom	einer Verbindung
1	»	A	»	»	»	2	»	B	»	1	»	»
2	»	A	»	»	»	1	»	B	»	1	»	»
1	»	A	»	»	»	3	»	B	»	1	»	»
3	»	A	»	»	»	1	»	B	»	1	»	»

und so fort.

Nach Dalton können sich weiter die so gebildeten Verbindungen wieder unter einander vereinigen, und zwar befolgen dann ihre (zusammengesetzten) Atome ganz dieselben Gesetze, welche eben für die (einfachen) Atome der Elemente entwickelt wurden. Das Gewicht eines Atoms von einer Verbindung ist durch die Summe der Gewichte der darin enthaltenen einfachen Atome bestimmt.

Dalton, der alle diese Ansichten zuerst aufstellte, muß demnach als der Erste betrachtet werden, der die relativen Gewichte der Atome (von ein-

fachen und von zusammengesetzten Körpern) zu bestimmen suchte, ebenso wie die Anzahl der einfachen Atome, welche ein zusammengesetztes Atom bilden, und die Anzahl von weniger zusammengesetzten Atomen, welche in ein mehr zusammengesetztes Atom eingehen; er hat zuerst die atomistische Constitution der Verbindungen untersucht. Higgins vindicirte zwar die Ehre dieser Entdeckung für sich, und seine Ansprüche fanden für kurze Zeit einen Vertheidiger in H. Davy, der von dem Ersteren überredet worden war, daß dieser wirklich zuerst das Gesetz der multiplen Proportionen und der atomistischen Constitution der Verbindungen ausgesprochen habe. Davy äußerte sich demgemäß zu Gunsten Higgins' in einer Vorlesung, welche er vor der royal society 1809 über das Chlor hielt; es hatte dies eine Discussion zwischen ihm und Thomson, dem unermüdlichen Vertheidiger dessen, was für Dalton zu wahren ist, zur Folge, in welcher sich Davy von seinem Irrthume überzeugte; und später, namentlich 1813, erkannte Davy den Dalton als den eigentlichen Entdecker jener Gesetzmäßigkeiten öffentlich an. — In Betreff von Dalton's Ansicht über die atomistische Constitution der Verbindungen müssen wir hier noch Einiges darüber angeben, wie er die relativen Gewichte der einfachen Atome zu bestimmen suchte, da die Annahmen hierüber die Basis aller Vorstellungen über die Constitution der Verbindungen bilden.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Als Grundsatz ging Dalton bei dieser Bestimmung davon aus, daß in Verbindungen von Bestandtheilen, welche sich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, gleichviel Atome beider Bestandtheile anzunehmen seien. Demgemäß nahm er im Wasser 1 Atom Wasserstoff auf 1 Atom Sauerstoff an. Die oben, Seite 371 und 372 mitgetheilten Tabellen von 1804 und 1808 sind diesem Grundsatze gemäß aufgestellt. Diese Annahme indeß, mangelhaft schon aus dem Grunde, weil sie von der Zufälligkeit abhängt, ob eine Verbindung schon entdeckt ist oder nicht, wurde bald weniger berücksichtigt. Ein anderer Grundsatz, der ihn leitete, war der, daß in neutralen Salzen gleichviel Atome Säure und Basis enthalten sind. Dieser erhielt sich länger.

Ehe ich fortfahre, über die anderen Betrachtungsweisen zu berichten, welche man zur Bestimmung des relativen Gewichts der einfachen Atome anwandte, muß ich hier noch einer Annahme hinsichtlich der Atomgewichte erwähnen, die sich auch zuerst bei Dalton findet; die zwar keinen Einfluß hat auf die Ansicht über die Constitution einer Verbindung, wohl aber von

Wichtigkeit war in Beziehung auf die genaue Zahlenbestimmung der Atomgewichte. Diese Annahme will ich hier gleich vollständiger mit Anticipirung der späteren Forschungen abhandeln. Sie betrifft die Frage, ob alle Atomgewichte Multipla des kleinsten unter ihnen, des Wasserstoffs also, sind. Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Im Anfange seiner Untersuchungen über die atomistische Theorie war Dalton nicht der Ansicht, daß alle Atomgewichte Multipla des kleinsten sind; in seiner 1804 an Thomson mitgetheilten kleinen Tabelle (S. 371) ist das Atomgewicht des Sauerstoffs, auf das des Wasserstoffs als Einheit bezogen, mit einem Bruche behaftet. In seiner späteren Tabelle von 1808 (Seite 372) sind hingegen alle Atomgewichte ganze Zahlen, sie sind alle Multipla von dem des Wasserstoffs. Doch findet sich bei Dalton nichts darüber mitgetheilt, ob dies seinen Ansichten nach so sein muß; die Ungenauigkeit der damaligen Analysen, ihre Abweichungen unter einander ließen aber wohl zu, die Atomgewichte in ganzen Zahlen auszudrücken, weil, auch im Fall sie nicht ganze Zahlen (auf das Gewicht des Wasserstoffatoms als Einheit bezogen) wären, die Unsicherheit der Analysen doch nicht die Bruchtheile mit Sicherheit zu bestimmen gestattete.

Später indeß wurde als allgemeines Naturgesetz aufgestellt, daß das Atomgewicht des Wasserstoffs ein Submultiplum von den Atomgewichten aller übrigen sei, und zwar war es vorzüglich der Engländer Prout, der 1815 diese Ansicht zu beweisen suchte. Prout selbst stellte wenig eigene Versuche an, um die Existenz dieses Gesetzes zu beweisen; es wurde indeß von vielen, namentlich englischen, Chemikern angenommen, und unter diesen hauptsächlich von Thomson vertheidigt. Dieser Chemiker, dessen frühere Angaben (vergl. seine Tabelle von 1810, Seite 374) nicht mit diesem Gesetze übereinstimmen, suchte von 1821 an durch zahlreiche Versuche seine Existenz darzuthun, und publicirte namentlich 1825 ein größeres Werk »An Attempt to establish the First Principles of Chemistry by Experiment«, worin er durch eine sehr große Menge von Versuchen die Richtigkeit desselben zu beweisen suchte. Die Methoden, welche er zu seinen Atomgewichtsbestimmungen gewählt hatte, waren indeß sehr unsicher, und da überhaupt seine Arbeiten nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführt zu sein schienen, so zog ihm dieses von Berzelius wiederholte und nachdrückliche Zurechtweisungen zu.

Berzelius seinerseits bemühte sich, die Frage durch genaue Experimente zu entscheiden. Von seinen früheren Bestimmungen (vgl. die Tabelle

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

von 1815, Seite 383) stimmten einige mit Prout's Ansicht, andere nicht, und 1821 erklärte er ohne vorgefaßte Meinung, daß, wenn sich gleich für Prout's Ansicht weder ein chemischer, noch ein physikalischer Grund einsehen lasse, so schließe dies doch nicht die Möglichkeit aus, daß sie in der Natur begründet sein könne. Berzelius äußerte damals, daß gerade die Körper von kleinerem Atomgewichte für die Entscheidung dieser Frage von Wichtigkeit seien, indem bei schwereren das Atomgewicht des Wasserstoffs ein so unbedeutender Bruch gegen das ihrige sei, daß nichts daraus geschlossen werden könne; namentlich erklärte er es für wichtig, das Atomgewicht der Kohle (welches er 1819 mit Dulong 6,12mal so schwer als das von einem Doppelatom Wasserstoff gefunden hatte), möglichst genau zu bestimmen. — Im Jahre 1830 unternahm Berzelius eine Prüfung jener Ansicht durch eine genaue Bestimmung des Atomgewichts des Bleies. Er erklärte nach den unter einander sehr wohl übereinstimmenden Resultaten, daß für das Atomgewicht des Bleies diese Regelmäßigkeit nicht vorhanden sei, und daß die Prout'sche Hypothese von den Thatsachen vollkommen widerlegt werde.

Die Frage schien somit entschieden, um so mehr, als auch in England selbst, wo die Ansicht von Prout den meisten Beifall gefunden hatte, sie nunmehr von ausgezeichneten Analytikern für unstatthaft erklärt wurde. Dr. Turner[1]) hatte 1832 von der chemischen Section der Versammlung der englischen Naturforscher den Auftrag erhalten, darüber entscheidende Untersuchungen anzustellen, und er erklärte als Resultat seiner zahlreichen Versuche die Hypothese, daß alle Atomgewichte Multipla in ganzen Zahlen von dem des Wasserstoffs seien, für unvereinbar mit den besten Analysen, welche unsere Zeit aufzuweisen habe. Um so überraschender mußte es sein, als 1840 und in den folgenden Jahren Dumas für mehrere Körper den Beweis führte, daß trotz aller früheren Verneinungen ihre Atomgewichte doch einer derartigen Gesetzmäßigkeit sich unterordnen. Aber für andere Substanzen haben auch wieder die genauesten Untersuchungen dargethan,

---

[1]) Edward Turner war 1797 auf Jamaika geboren. Er studirte Medicin zu Edinburg und Chemie zu Göttingen unter Stromeyer; 1824 wurde er lecturer on chemistry zu Edinburg, und 1828 Professor dieser Wissenschaft an dem University College zu London, wo er 1837 starb. Seine Elements of Chemistry wurden noch zu seinen Lebzeiten sechsmal aufgelegt; die 7. Auflage gaben 1840 Liebig und Gregory heraus.

daß ihre Atomgewichte mit der Annahme einer derartigen Regelmäßigkeit in Widerspruch stehen, und der jetzige Stand dieser Frage scheint mehr gegen die allgemeine Gültigkeit des Prout'schen Gesetzes als für dieselbe zu sprechen. Der Beweis der Richtigkeit desselben wäre von großer Wichtigkeit für die Chemie; nicht für die Kenntniß der atomistischen Constitution der Verbindungen, sondern für die ihrer procentischen Zusammensetzung, die sich absolut genau bestimmen ließe, falls Prout's Ansicht als gegründet nachgewiesen würde, während sie jetzt nur approximativ ermittelt werden kann. Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder zu der Betrachtung zurück, auf welche Weise man das relative Gewicht Eines Atoms eines Körpers auszumitteln suchte. Dalton's Leitfaden hierbei, als relative Gewichte der Atome zweier Körper die anzunehmen, in deren Verhältniß sie sich vereinigen, wenn sie nur Eine Verbindung unter einander eingehen, wurde bald als zu unsicher verlassen. Gay-Lussac's Entdeckung über die Gesetzmäßigkeiten, welche hinsichtlich der Verbindung gasförmiger Körper stattfinden (vergl. Seite 377), leitete dazu, gleiche Volume der verschiedenen einfachen Gasarten als gleichviel Atome enthaltend anzusehen; eine Betrachtungsweise, welche durch physikalische Gründe unterstützt zu werden schien. Hiernach ist das Verhältniß der Atomgewichte der einfachen gasförmigen Körper durch das der specifischen Gewichte ihrer Gase gegeben. Dieser Ansicht huldigte hauptsächlich Berzelius, und auf seine Autorität hin wurden demgemäß Aenderungen in den Atomgewichten, wie sie von Dalton vorgeschlagen worden waren, allgemein angenommen.

Ich habe hier Berzelius' Ansichten zu schildern, wie er sie schon 1815 im Zusammenhange aussprach und seitdem weiter ausbildete. Er betrachtet wie Dalton die Materie als zusammengesetzt aus kleinsten Theilchen, die er, ohne auf die Streitfrage über die unendliche Theilbarkeit einzugehen, als untheilbar für mechanische Kräfte annimmt und als Atome bezeichnet. Es kann nach ihm in der Chemie auch nicht von Bruchtheilen solcher Atome die Rede sein. Früher (1815) nahm Berzelius an, die Atome aller Elemente seien sphärisch, und alle gleich groß, aber schon 1819 räumte er ein, daß die Atome der verschiedenen einfachen Stoffe von verschiedener Größe sein können, und suchte dieser letzteren Muthmaßung durch die Bemerkung eine Stütze zu geben, daß analog zusammengesetzte Verbindungen doch oft verschiedene Krystallgestalt haben. Nach ihm wird eine chemische Verbindung durch Zusammenlagerung von Atomen verschiedener einfacher

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Stoffe gebildet, ebenso wie ein Aggregat durch Aneinanderlagerung von Atomen desselben Körpers entsteht; ein weiterer Unterschied zwischen Verbindung und Aggregat besteht nach ihm darin, daß im ersteren Falle eine elektrische Entladung der specifischen Polarität heterogener Atome erfolgt, welche zwischen homogenen Atomen nicht stattfinden kann.

Gehen wir nun über zu den Mitteln, welche Berzelius anwandte, um die Atomgewichte der einzelnen Körper festzusetzen. Für die gasförmigen Elemente nahm Berzelius an, gleiche Volume derselben enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel Atome; er bezeichnete diese Betrachtungsweise, wonach bei solchen Gasen ihr Atomgewicht durch ihr specifisches Gewicht ausgedrückt sein muß, als Volumtheorie, mit deren Ergebnissen die Resultate der Untersuchungen über die atomistische Zusammensetzung der festen Körper, die er als Corpusculartheorie unterschied, in Uebereinstimmung zu bringen seien. (Nach der Volumtheorie mußte also Berzelius das Atomgewicht des Wasserstoffs [das des Sauerstoffs als gegeben angenommen] halb so groß setzen, als dies von Dalton angenommen worden war.)

Um nun für die nicht gasförmigen Elemente die Atomgewichte festzusetzen, stellte Berzelius um 1815 folgende Ansicht auf. Der Satz, daß die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile einer Verbindung, welche sich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, die relativen Gewichte der Atome der Bestandtheile geben, ist unsicher. Berzelius hat hauptsächlich den Grundsatz in der Stöchiometrie angewandt, von den entschiedensten Fällen auszugehen, hierfür die Annahmen festzusetzen, und die anderen Fälle nach der Analogie damit in Uebereinstimmung zu bringen. Eine Ansicht, die anfangs hauptsächlich die Atomgewichtsbestimmungen von Berzelius leitete, war die, daß in einem aus nur zwei Bestandtheilen zusammengesetzten Atome sich nothwendig von dem einen der Bestandtheile Ein Atom befinden müsse. Dies führte ihn z. B. dahin, in dem Eisenoxyd, welches auf dieselbe Menge Eisen die $1\frac{1}{2}$fache Menge Sauerstoff enthält, wie das Eisenoxydul, nicht 2 Atome Eisen auf 3 Atome Sauerstoff, und im Oxydul 1 Atom Eisen auf 1 Atom Sauerstoff anzunehmen, sondern das Atomgewicht des Eisens doppelt so groß zu setzen, als es jetzt angenommen wird, das Eisenoxyd als $Fe + 3O$, das Oxydul als $Fe + 2O$ zu betrachten, und die Unvollständigkeit dieser Reihe als eine Andeutung anzusehen, daß eine (noch unentdeckte) Oxydationsstufe $Fe + O$ existiren möge.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Der Analogie nach setzte er nun für alle Oxyde, die ähnliche Salze bilden, wie das Eisenoxydul, voraus, daß sie auf Ein Atom Metall zwei Atome Sauerstoff enthalten; und wir sehen so in der Tabelle von 1815 (Seite 383) für bei weitem die meisten Metalle das Atomgewicht doppelt so groß gesetzt, als es früher Dalton für viele derselben angenommen hatte, und es jetzt wieder allgemein angenommen wird. — Das Vorhergehende erklärt wohl hinlänglich die Grundsätze, auf welchen diese damaligen Atomgewichtsbestimmungen beruhten, und in dem Abschnitt über chemische Zeichen werde ich noch mehr Beispiele anführen, welche Berzelius' damalige Ansicht über die atomistische Theorie erläutern.

Wenige Jahre später (1818) räumte indeß Berzelius die Möglichkeit von Verbindungen der Art ein, daß darin 2 Atome des einen auf 3 Atome des andern Bestandtheils enthalten sein können, und daß möglicher Weise die Atomgewichte vieler Metalle auf die Hälfte der von ihm früher dafür gegebenen Zahlen herabzusetzen seien. Doch behielt er auch damals noch im Wesentlichen die 1815 gegebenen Bestimmungen bei. Nun aber wurden neue Entdeckungen gemacht, welche einen Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht und noch anderen physikalischen Eigenschaften außer dem specifischen Gewicht im Gaszustand außer allen Zweifel setzten.

Die eine dieser Entdeckungen, über den Zusammenhang zwischen dem Atomgewicht und der specifischen Wärme der Elemente, wurde durch Dulong und Petit [1]) gemeinschaftlich gemacht. Diese Gelehrten fanden 1819, daß für die einfachen Körper die specifische Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional ist; daß also dieselbe Quantität Wärme von den verschiedenen Elementen verschiedene Gewichtsmengen um denselben Temperaturunterschied erwärmen kann, und zwar Gewichtsmengen, die den Atom-

---

[1]) Aleris Therese Petit war 1791 zu Vesoul geboren. Seine ersten Studien machte er in der Centralschule zu Besançon, bald aber ging er nach Paris, wo er in seinem 16. Jahre in die polytechnische Schule eintrat. Nach kurzer Zeit wurde er hier zum Repetiteur und an dem Collége Bourbon zum Professor der Physik ernannt; 1812 wurde ihm diese Lehrstelle an der polytechnischen Schule übertragen. Er starb schon 1820; durch seine physikalischen Forschungen, namentlich durch seine mit Dulong gemeinschaftlich angestellten Untersuchungen über die Wärme, hat er sich in der Geschichte der Physik einen unsterblichen Namen gesichert.

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

gewichten proportionirt sind. Sie wiesen die Gültigkeit dieses Gesetzes nach für den Schwefel und für sehr viele Metalle; sie fanden aber zugleich, daß, wenn man in der von Berzelius 1815 (Seite 383) gegebenen Tabelle das Atomgewicht des Schwefels ungeändert läßt, die Atomgewichte der meisten Metalle auf die Hälfte herabzusetzen seien, damit die specifische Wärme für sie die bemerkte Uebereinstimmung zeige; eine Aenderung, welche, wie ich eben erwähnt habe, Berzelius schon vorher als wahrscheinlich vermuthet hatte. Somit vertrugen sich die aus der Bestimmung der specifischen Wärme abzuleitenden Resultate ganz mit den rein chemischen Bestimmungen; nur für das Silber und das Kobalt ergab sich keine Uebereinstimmung. Dulong's und Petit's Gesetz weist dem Silber ein nur halb so großes Atomgewicht an, als es sich aus der chemischen Bestimmung ergiebt; bei den analogen neutralen Silber- und Bleisalzen müßten diesem Gesetze zufolge in den ersteren zwei Atome Silber angenommen werden, während in den letzteren Ein Atom Blei enthalten ist. Für das Kobalt endlich ergab sich das Atomgewicht nur $^2/_3$ so groß, als es aus der chemischen Bestimmung gefunden wird.

Solche Abweichungen zeigten sich indeß nur bei sehr wenigen Elementen, während im Allgemeinen die Bestimmung des Atomgewichts aus der specifischen Wärme allen Anforderungen der Chemie vollkommen zu genügen schien. Die Entdeckung von Dulong und Petit wurde auch gleich nach ihrem Bekanntwerden von den meisten Chemikern mit Beifall aufgenommen; sie schien für die festen Elemente eine Art der Atomgewichtsbestimmung zu geben, wie sie für die gasförmigen durch die Ausmittelung der Dichtigkeit allgemein angenommen war.

Ehe aber noch diese Ableitung des Atomgewichts aus der specifischen Wärme sich durchaus geltend gemacht hatte, wurde eine neue Entdeckung gemacht, die noch viel allgemeinere Anhaltspunkte zur Bestimmung der Atomgewichte bot. Es war dies Mitscherlich's Entdeckung des Isomorphismus, oder des Zusammenhanges zwischen der Krystallform und der atomistischen Zusammensetzung.

Ich werde unten die Entwicklung der Kenntnisse über die Krystallform der chemischen Verbindungen noch einmal besonders betrachten, und ich verweise auf diesen Abschnitt, was das Nähere und namentlich die früheren hierher gehörigen Entdeckungen angeht. Mitscherlich bewies zuerst 1820, daß gleiche atomistische Zusammensetzung, wenn auch verschiedene Elemente

darin enthalten sind, gewöhnlich begleitet ist von übereinstimmender Krystallform; solche Körper, die mit gleicher atomistischer Zusammensetzung dieselbe Krystallform verbinden, nannte er isomorphe, und zeigte zugleich, daß isomorphe Substanzen in allen Verhältnissen gemischt mit einander krystallisiren können. Wo also ein Bestandtheil einen andern von bekannter Atomconstitution in einer Verbindung ohne Formänderung vertritt, muß die Atomconstitution des ersteren Bestandtheils dieselbe sein, wie die des zweiten; isomorphe Substanzen haben analoge atomistische Zusammensetzung, und wenn diese für eine Substanz bestimmt ist, so ergiebt sie sich auch daraus für alle damit isomorphen. Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Die Entdeckung des Isomorphismus durch Mitscherlich wurde zu einer der folgereichsten, welche je in der Chemie gemacht wurden, namentlich für die Stöchiometrie. Ihre vielfache Anwendbarkeit, da sie die verschiedenartigsten Verbindungen umfaßt, macht sie zu einem der ausgezeichnetsten Leitpunkte in der Bestimmung der Atomgewichte.

Es wurden inzwischen doch noch selbst nach der Entdeckung dieser Gesetze von vielen Chemikern die Atomgewichte der Elemente in der Art fortgebraucht, wie sie Berzelius früher bestimmt hatte, und sie in der Tabelle von 1815 (Seite 383) angegeben sind. Eine vollständige Annahme der nach den eben erwähnten Entdeckungen über specifische Wärme und Isomorphismus abgeänderten Atomgewichte trat erst 1826 ein, wo Berzelius mit Berücksichtigung aller bis dahin bekannt gewordenen Gesetzmäßigkeiten eine neue Atomgewichtstabelle publicirte, von welcher ich gleichfalls oben (Seite 383) die Hauptpunkte mitgetheilt habe. Die Verschiedenheit zwischen den an diesem Orte zusammengestellten Tafeln läßt deutlich sehen, welche Aenderung in der Ansicht über die Atomconstitution der Verbindungen damit verbunden sein mußte; es wird dies in dem Abschnitte über chemische Zeichen noch anschaulicher dargelegt werden.

Es sind hiermit die verschiedenen Betrachtungsweisen dargelegt, welche nach einander aufgestellt wurden, um auf die Atomconstitution der Verbindungen, um auf das relative Gewicht Eines elementaren Atoms schließen zu lassen. Manche der früher als ganz sicher betrachteten Leitfaden sind später verworfen worden, so z. B. daß für die einfachen Körper im Gaszustande die Dichtigkeiten auch die Atomgewichte derselben geben. Dumas' Bestimmungen des specifischen Gewichts mehrerer Elemente im Dampfzustande (1826) und Mitscherlich's Arbeiten über denselben Gegenstand (1833)

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

zeigten, daß dies nicht der Fall ist, sondern daß nur dafür die specifischen Gewichte stets in einem einfachen Verhältniß zu den Atomgewichten stehen. Viele haben deßungeachtet die Bestimmungen für das Gewicht Eines Atoms solcher Körper, welche vor diesen Arbeiten nach jener Annahme schon festgesetzt waren, beibehalten. — Die specifische Wärme wird in neuerer Zeit von mehreren Chemikern als der sicherste Anhaltspunkt bei der Bestimmung des Atomgewichts einfacher Körper betrachtet; die Discussion ebenso wie die letzten ausgezeichneten Arbeiten über diesen Gegenstand gehören der Gegenwart an; sie sind noch zu neu, als daß sie in einer Geschichte der Chemie Platz finden könnten, die sich nicht zur Aufgabe setzt, den jetzigen Zustand der Wissenschaft vollständig zu schildern, sondern nur die Absicht hat, zu zeigen, durch welche vorausgegangenen Bestrebungen dieser jetzige Zustand vorbereitet und eingeleitet wurde.

Untersuchungen über die Auflösungen.

Als Anhang zu dem Vorhergehenden, wo die Erkenntniß der Gesetzmäßigkeiten, nach welchen chemische Verbindungen im engeren Sinne sich bilden, gezeigt werden sollte, wollen wir hier noch Einiges über die Fortschritte der Kenntnisse über die Lösungen hinzufügen.

Die Auflöslichkeit vieler Substanzen in Flüssigkeiten mußte schon frühe erkannt werden; Plinius theilt über die Löslichkeit eines Salzes eine rohe quantitative Bestimmung mit, indem er angiebt, man könne nicht mehr als Einen Sextarius Kochsalz in vier Sextarien Wasser lösen. Ebenso ist die Verschiedenheit der Löslichkeit je nach der Verschiedenheit der Temperatur schon länge bekannt; Geber schrieb im 8. Jahrhundert bereits vor, behufs der Krystallisation die Auflösung an einen kalten Ort zu bringen. Genauere Bestimmungen der Löslichkeit finden sich in dem 17. und 18. Jahrhundert. Lefêvre giebt in seinem Traité de chimie (1660) an, daß 8 Unzen Wasser nie mehr als 3 Unzen Kochsalz auflösen, Boerhave in seinen Elementis chemiae (1732), daß sich 1 Theil Kochsalz in $3\frac{1}{4}$, Salpeter in $6\frac{1}{3}$ Theilen Wasser löse. Vollständigere Versuche über diesen Gegenstand stellte indeß erst Eller 1750 an, wobei er zu finden glaubte, daß das Wasser durch Auflösung von Salzen sein ursprüngliches Volum nicht ändere, ein Irrthum, der erst 1770 durch Richard Watson [1])

[1]) Richard Watson war 1737 geboren. Er studirte Theologie und beschäftigte sich zugleich eifrig mit Chemie; Professor der letzteren Wissenschaft wurde er

widerlegt wurde. — In der verschieden großen Aenderung der Löslichkeit durch Aenderung der Temperatur erkannte indeß schon 1729 der berühmte französische Augenarzt Franz Petit den Grund, weßhalb bei dem Sieden des Salpeters nicht mit diesem zugleich Kochsalz auskrystallisirt. Früh auch schon wurde die Löslichkeit als distinctives Kennzeichen verschiedener Substanzen benutzt; Stahl äußerte schon 1703, in dem Kochsalz möge wohl ein Alkali eigener Art enthalten sein, weil die damit gebildeten Salze sich von den mit gewöhnlichem Kali gebildeten durch verschiedene Löslichkeit auszeichnen, und Duhamel gründete ebenso 1736 seinen Beweis für die Eigenthümlichkeit der Soda hauptsächlich auf ihre von der der Potasche verschiedene Löslichkeit. Daß die Löslichkeit eines Salzes in Wasser oft erhöht wird durch Gehalt des letzteren an einem andern Salze, beobachtete zuerst L. Lemery 1717 für den Salpeter, welcher sich in Salzwasser in größerer Menge löse, als in reinem; Vauquelin machte 1792 auf ähnliche Erscheinungen wieder aufmerksam. Daß, wenn mehrere Salze zugleich in Wasser gelöst sind, bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Producte herauskrystallisiren, beobachteten zuerst Scheele und Gren um 1780; Hahnemann stellte bereits 1784 den Grundsatz auf, daß die verschiedene Löslichkeit die wechselseitige Zersetzung bedinge, indem stets die für die statthabende Temperatur schwerlöslichsten Salze herauskrystallisiren; ein Satz, der sich später in Berthollet's Affinitätslehre sehr erweitert wieder findet. Untersuchungen über die Auflösungen.

Der Begriff der Auflösung wurde erst sehr spät von dem der chemischen Verbindung unterschieden; aus dem, was in dem Vorhergehenden über die Erkenntniß des letzteren mitgetheilt wurde, geht die Art, wie man Einsicht in den Unterschied zwischen ihnen erlangte, hervor. In den älteren Zeiten der Chemie betrachtete man als Auflösung jeden Proceß, wo ein Stoff eine flüssige Verbindung eingeht und daraus in seiner früheren Gestalt wieder abgeschieden werden kann, ohne daß man Rücksicht darauf nahm, ob hier eine bloße Auflösung oder zugleich die Bildung einer neuen chemischen Bildung stattfindet. So gilt bei Geber Salpetersäure als Auflösungs-

1767 zu Cambridge. 1771 wurde er Doctor der Theologie, 1774 Archidiacon, 1782 Bischof zu Landaff in Irland. Er schrieb viele chemische Abhandlungen in die Philosophical Transactions, außerdem Chemical Essays (1761), Institutiones metallurgiae (1768), und mehrere andere kleinere Werke chemischen Inhalts.

Untersuchungen über die Auflösungen.

mittel für Silber, Aetzlauge als Auflösungsmittel für Schwefel, gerade wie Wasser ein Auflösungsmittel für Salz ist. Erst mit Lavoisier begann man die Aufmerksamkeit darauf zu richten, in welchem Zustand ein Stoff sich mit einem andern verbindet, ob die Bildung einer Auflösung zugleich mit der Bildung einer neuen Verbindung verknüpft ist. Bis dahin, und namentlich um 1700, wird diese Untersuchung nie geführt, und die Aufgabe, einen Körper in Verbindung zu bringen, wird im Allgemeinen als die, einen Körper aufzulösen, betrachtet. Boerhave handelt deßhalb die allgemeineren Betrachtungen über die Mittel, Verbindungen hervorzubringen, die ganze Verwandtschaftslehre, unter der Lehre von den Lösungsmitteln ab. Da alle Substanzen im unlöslichen Zustande sich der weiteren chemischen Untersuchung entziehen, so war es eine wichtige Aufgabe für die Chemiker der früheren Zeit, für alle Substanzen passende Lösungsmittel ausfindig zu machen; es entsprang hieraus das chimärische Problem, ein allgemeines Lösungsmittel, welchem keine irdische Substanz widerstehen könne, ausfindig zu machen, was ich als wesentlich zur Alchemie gehörend bereits unter der Geschichte dieses Zweiges, Seite 240, besprochen habe, wo auch von der Derivation des lateinischen Ausdrucks für Lösungsmittel, menstruum, gehandelt wurde.

Die Auflösungen wurden von den eigentlichen chemischen Verbindungen erst dann getrennt, als Unveränderlichkeit in der Zusammensetzung als wesentlichstes Kennzeichen für die letzteren nachgewiesen wurde. Lavoisier unterschied die Lösungen und Mischungen als solutions von den eigentlichen chemischen Verbindungen, als dissolutions, aber nur als verschiedene Wirkungen einer und derselben Ursache, die letzteren als die Resultate starker, die ersteren als die schwacher Verwandtschaft betrachtend. Proust unterschied die nach veränderlichen Verhältnissen zusammengesetzten dissolutions von den nur in bestimmten Proportionen sich bildenden combinaisons. Diese letztere Unterscheidung ist noch die heutige.

Nach van Helmont zeigte besonders Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts, daß in mehreren Fällen Auflösung von Wärmeentwicklung begleitet ist, so z. B. bei der Einwirkung der Salpetersäure auf Eisen. Er sah indeß hierin keinen Grund, solche Processe (wo zugleich eine chemische Verbindung gebildet wird) von anderen zu unterscheiden, wo ein Körper unverändert aufgelöst wird, obgleich er für mehrere Fälle der letzteren Art, für Salpeter, Kochsalz und besonders Salmiak, wenn sie in

Wasser gelöst werden, das Gegentheil beobachtet hatte, nämlich bedeutende Temperaturerniedrigung. Boerhave war indeß nicht der Erste, welcher in der Auflösung ein Mittel zur künstlichen Erzeugung von Kälte gefunden hatte; schon Boyle beschrieb 1667 Kältemischungen; er bereits wußte, daß die Vermischung von Schwefelsäure, Salzsäure und besonders Salpetersäure mit Schnee Kälte erzeugt, daß Salmiak in Wasser gelöst dieselbe Erscheinung zeigt. St. F. Geoffroy sprach bereits 1700 aus, daß die Auflösung aller Salze in Wasser mit Temperaturerniedrigung verbunden sei, und Homberg gab 1701 als wirksame Kältemischung Sublimat und Salmiak mit Essig an. Es wurden seit dieser Zeit viele Vorschriften zur künstlichen Kälteerzeugung gegeben, von denen ich nur der Anwendung des Glaubersalzes erwähnen will, welches zu diesem Zwecke in verdünnter Schwefelsäure zu lösen zuerst der Apotheker Walker in Oxford 1787 anempfahl. Die Kältemischung aus Schnee mit salzsaurem Kalk gab zuerst Lowitz in Petersburg 1795 an. Untersuchungen über die Auflösungen.

So viel über die Lösungen; zur Vervollständigung dieser Geschichte der Affinitätslehre und der damit zusammenhängenden Gegenstände bleibt jetzt noch Einiges darüber anzugeben, was man in der Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, über den Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung und den physikalischen Eigenschaften aufgefunden hat.

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften.

Nur Weniges können wir in Bezug darauf hier mittheilen, wie man einen Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und den physikalischen Eigenschaften der Verbindungen erkannt hat. Sehr nahe liegt uns noch die Zeit, wo die ersten erfolgreichen Untersuchungen darüber angestellt wurden, und von diesen haben wir nur das hervorzuheben, was mit den im Vorhergehenden besprochenen Gegenständen in engerer Verbindung steht. Wir wollen hier also Einiges anführen über die Kenntnisse, die man sich hinsichtlich der Krystallgestalt der Körper erwarb, über die Entdeckungen, daß verschiedenartig zusammengesetzten Verbindungen gleiche, und gleich zusammengesetzten Verbindungen verschiedene äußere Eigenschaften zustehen können.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Daß aus einer Lösung durch Abdampfen der darin enthaltene Stoff krystallinisch abgeschieden wird, ist eine so alte Wahrnehmung, als der Gebrauch des Salzes. Geber stellte bereits mehrere künstliche Salze in Krystallen dar; öfters schreibt er Umkrystallisiren als Reinigungsmittel vor. Daß auf die Hervorbringung von mehr oder weniger regelmäßigen Krystallen langsame oder schnelle Abkühlung der Lösung bedeutenden Einfluß ausübt, finde ich zuerst bei Boyle ausdrücklich hervorgehoben. (Beiläufig will ich bemerken, daß das Effloresciren einiger Salzlösungen zuerst von Homberg 1710 beschrieben wurde, und daß Franz Petit 1722 viele Salze auf diese Eigenschaft untersuchte).

Es ist nicht wohl möglich, den Zeitpunkt genauer anzugeben, wo man zuerst die Wahrnehmung machte, daß verschiedene Salze eine verschiedene Krystallgestalt haben. Die Nachrichten der Alten über die äußeren Kennzeichen der Salze sind zu unbestimmt, als daß man aus ihnen etwas ent-

nehmen könnte. Cäsalpinus[1]) bespricht in seiner Schrift de metallicis (1596), daß Salpeter, Alaun, Vitriol, Zucker aus ihren Auflösungen immer in denselben Formen anschießen, hielt aber deßungeachtet die Krystallgestalt nicht für ein constantes Kennzeichen der Körper, durch die vorgefaßte Ansicht irre geleitet, daß es nur der organisirenden Kraft zukomme, bestimmte Gestalten zu erzeugen, was also bei den leblosen (unorganischen) Substanzen nicht der Fall sein könne. Auch Boyle, dessen scharfer Beobachtung die verschiedene Krystallgestalt der Salze nicht entgangen war, wagte nicht zu behaupten, daß dieselben Salze immer dieselbe Gestalt haben, daß eine bestimmte Gestalt ihnen eine wesentliche Eigenschaft sei. Salium volatilium, sagt er in dem Chemista scepticus (1661), diversitatem interdum observavi etiam ipsis oculis in eorum figura posse dignosci. Sal quippe cornu cervi adhaerere excipulo in Parallelipipedi fere figura notavi, et salis volatilis ex humano sanguine ostendere tibi possum copiam granorum ex figura praeditorum, quam Geometrae Rhombum appellant; licet asserere non ausim, figuras horum aliorumve crystallorum salinorum (si ita vocare eos licet) eosdem semper fore, quicunque ignis gradus ad eos sursum pellendum adhibitus fuerit, vel quamcunque celeriter adacti fuerint in spiritus liquoresque coire, in quorum imis partibus eos passim observavi post aliquod temporis spatium concrescere. — Auf die Verschiedenheit in den Krystallen, welche aus Auflösungen derselben Substanz, desselben Alkali's z. B., in verschiedenen Säuren anschießen, machte auch Lemery 1675 in seinem Traité de chymie aufmerksam, in einer für den damaligen Zustand der Krystallographie sehr charakteristischen Weise. Er sagt: Si vous faites crystalliser une mesme espèce de matière que vous aurez dissoute en divers vaisseaux par l'esprit de sel, par l'esprit de nitre, par l'esprit de vitriol, par l'esprit d'alun et par le vinaigre, vous remarquerez autant d'espèces de crystaux en figure, qu'il y a eu de dissolutions différentes; les crystaux faits par le vinai-

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

[1]) Andreas Caesalpinus war 1519 zu Arezzo in Toscana geboren. Er wurde Professor der Medicin und Botanik in Pisa, und später Leibarzt des Papstes Clemens VIII. und Professor der Arzneikunde am Collegio della Sapienza in Rom, wo er 1603 starb. Seine hauptsächlichsten Untersuchungen waren auf die Botanik gerichtet; von seinen Schriften mögen, als auf unsern Gegenstand bezüglich, nur seine De metallicis libri tres (1596) genannt werden.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

gre seront plus aigus, que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de nitre; ceux de l'esprit de nitre seront plus aigus que ceux de l'esprit de vitriol, ceux de l'esprit de vitriol seront plus aigus que ceux de l'esprit d'alun, mais de tous ces crystaux, il n 'y en aura point de plus grossiers que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de sel. Das ist die ganze Unterscheidung der Krystalle, nach ihrer Dicke, und diese Dicke hängt nach Lemery ab von der Dicke der Säurepartikeln, und hieraus wieder erklärt er, weßhalb die dicksten Säurepartikeln, die der Salzsäure, Blei und Quecksilber aus ihren Auflösungen niederschlagen (vergl. Seite 309 dieses Theils). Gleich irrig war Homberg's 1702 geäußerte Ansicht, nach welcher die Verschiedenheit der Basis in den Salzen die Ursache ihrer verschiedenen Krystallgestalt sein sollte, ebenso wie Lemery die Verschiedenheit der Säure für den Grund dieser Erscheinung gehalten hatte. Viel richtiger betrachtete Gulielmini [1]) die Verschiedenheit in der Krystallgestalt der verschiedenen Salze. In seiner Dissertatio de salibus sprach er bereits 1707 aus, daß die kleinsten Partikeln der Salze eine beständige und unveränderliche Form haben; daß die Verschiedenheit der Krystallgestalt des Kochsalzes, des Vitriols, des Alauns und des Salpeters auf einer Verschiedenheit der Krystallgestalt ihrer kleinsten Theilchen beruhe. Als die Grundgestalt des Kochsalzes nahm er den Würfel an, als die des Vitriols ein rhombisches Prisma, als die des Salpeters eine Säule, deren Basis ein gleichschenkliches Dreieck ist (er leitete daraus die Entstehung der sechsseitigen Säulen des Salpeters ab), als die des Alauns eine vierseitige Pyramide. Aus der Aneinanderlagerung dieser Grundgestalten entstehen nun nach Gulielmini die Formen, welche die Körper in größeren Massen krystallisirt zeigen, und die mit denen der Grundgestalten nicht immer übereinstimmen, obgleich sie aus ihnen entstanden sind. Diese Ansichten, welche weiter ausgeführt in Hauy's Betrachtungsweise wieder auftreten, zogen indeß damals die Aufmerksamkeit der Gelehrten nicht auf sich; falsche Ideen blieben die herrschenden. Das indeß wurde wenigstens jetzt allgemein aner-

[1]) Dominico Gulielmini war 1655 zu Bologna geboren; er zeichnete sich aus als Arzt, als Physiker und Chemiker. Er starb als Professor zu Padua 1710. Mit Uebergehung seiner physikalischen und medicinischen Schriften führen wir hier nur seine Dissertatio de salibus (1707) und de principio sulphureo (1710) an.

kannt, daß die Krystallform keine zufällige Eigenschaft, sondern ein bestimmtes Kennzeichen ist, und wie schon Libavius 1597 in seinem Werke de judicio aquarum mineralium vorgeschlagen hatte, die Art der in einem Mineralwasser enthaltenen Substanzen durch Abdampfen und Untersuchen der Gestalt der entstandenen Salze zu bestimmen, gründete auch Stahl 1703 seine Vermuthung, daß die Basis im Kochsalz von gemeinem Kali verschieden sein möge, darauf, daß sie mit den Säuren Salze von verschiedener Krystallform bildet. Die Ansicht, daß Verschiedenheit der Krystallform mit einer Verschiedenheit der Zusammensetzung verbunden sei, schien sich bei dem Fortschreiten der Krystallographie und der analytischen Chemie immer mehr zu bestätigen.

Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen.

Diese Ansicht schien vollkommen entwickelt und bestätigt zu sein, als Hauy darauf 1801 seine Classification der Mineralien gründete. Ich habe bereits in der Geschichte der mineralogischen Chemie (Seite 89 dieses Theiles) erwähnt, wie dieses Grundprincip der Hauy'schen Lehre aufgestellt und widerlegt wurde, und mehreres auf die Entdeckung des Isomorphismus Bezügliche angeführt. Auf das dort Gesagte muß ich daher zur Vervollständigung des Folgenden verweisen; hier jedoch ist der Ort, die Entdeckungen über den Zusammenhang zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung nochmals zu betrachten, besonders in Bezug auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen, da sie es hauptsächlich waren (mehr als die natürlich vorkommenden, die Mineralien), an welchen dieser Zusammenhang zuerst richtig erkannt und nachgewiesen wurde.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Hauy's auch auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen ausgedehnter Grundsatz, daß bei allen Körpern, welche nicht in dem regulären System krystallisiren, Eine bestimmte Grundform auch nur Einer Zusammensetzung angehören könne, daß also jede Verschiedenheit der Zusammensetzung sich in einer Verschiedenheit der Krystallgestalt wieder zeigen müsse, — fand bald einzelnen Widerspruch. Schon frühere Beobachtungen auch an künstlichen Verbindungen (vergl. Seite 93) schienen dagegen zu streiten. Leblanc hatte bereits 1787 gezeigt, daß aus einer gemischten Lösung von schwefelsaurem Eisen und schwefelsaurem Kupfer Krystalle entstehen, welche bei völliger Gleichheit der Form sehr wechselnde Mengen der beiden Salze enthalten können; daß Alaun, ohne seine Krystallgestalt zu ändern, bedeutende Mengen Eisenoxyd enthalten kann. Vauquelin hatte ebenfalls schon 1797 Beweise dafür geliefert, daß krystalli-

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

sirte Körper ganz wechselnd zusammengesetzt sein können bei unveränderter Krystallgestalt, daß z. B. in dem Alaun sehr veränderliche Mengen Ammoniak enthalten sein können, ohne daß die Krystallgestalt dadurch irgend verändert wird; und Bertholle bestritt 1803 in seiner Statique chymique die Richtigkeit des Hauy'schen Princips geradezu, indem er an mehreren künstlichen wie auch an vielen natürlichen krystallisirten Substanzen nachzuweisen suchte, daß mit der verschiedenartigsten und allmälig, in unbestimmten Proportionen, wechselnden Zusammensetzung eine und dieselbe Grundgestalt verbunden sein kann. Später (1816) zeigte Gay-Luſſac, daß ein Krystall von Kalialaun, in eine Auflösung von Ammoniakalaun gelegt, sich darin vergrößert, ohne die Form zu verändern, und daß auf diese Art ein krystallisirter Körper aus übereinandergeschichteten heterogenen Theilchen gebildet werden kann, ein Krystall, dessen Bestandtheile nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen verbunden sind, sondern in variabeln Verhältnissen sich vereinigen können. Mit den später gefundenen Resultaten der theoretischen Forschung ganz übereinstimmend sprach Gay-Luſſac sich damals über dieses Zusammentreten von Körpern in unbestimmten Verhältnissen folgendermaßen aus: Ce résultat tient evidemment à ce que les molécules des deux espèces d'alun ont la même forme, et sont sans doute animées des mêmes forces: il est alors indifférent, pour l'accroissement du crystal, qu'il s'approprie une molécule d'un des sels ou une molécule de l'autre. Ainsi donc, lorsque cette circonstance se présentera, c'est à dire, lorsque des molécules de nature différente pourront également concourir à la formation d'un crystal, on pourra s'attendre à les voir former des composés dans des proportions quelconques. Beudant zeigte 1819, daß Mischungen aus schwefelsaurem Zink, schwefelsaurem Eisen oder schwefelsaurem Kupfer, welche zwei dieser Salze enthalten, entweder wie der Eisen- oder wie der Zinkvitriol krystallisiren, ungeachtet in einem solchen Krystall eine oft nicht unbedeutende Menge eines Salzes enthalten ist, welches für sich in einer ganz andern Gestalt krystallisirt. Hauy schloß hieraus, daß es Substanzen gebe, welche eine große Krystallisationskraft haben, so daß sie im Stande seien, in kleinen Mengen einer bedeutenden Quantität eines andern Salzes beigemischt, auch diesem letzteren ihre eigenthümliche Krystallgestalt aufzudrücken und mitzutheilen. Diese Ansicht scheint Hauy schon 1801 vorgeschwebt zu haben, als er in Rücksicht auf die Krystallgestalt des Schwefelarseniks,

das dieselbe Grundgestalt wie der Schwefel hat und doch verhältnißmäßig wenig dem Gewichte nach von Schwefel enthält, die Frage stellte, ob man bei der Classification der krystallisirten Verbindungen als Ursache der Gestalt denjenigen Bestandtheil anzusehen habe, der in der größten Menge darin enthalten sei, oder denjenigen, der der Verbindung seine Eigenthümlichkeit mittheile (qui la marque de son empreinte). Vermöge dieser größeren Krystallisationskraft, die man einzelnen Substanzen beilegte, suchte man nun auch andere Fälle zu erklären, z. B. daß verschiedene kohlensaure Salze, die gewöhnlich kleine Mengen kohlensauren Kalkes enthalten, in der Form des letzteren Salzes krystallisiren, u. s. w.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Diese Ansichten, welche nur als nothgedrungene Erweiterungen des Hauy'schen Grundprincips anzusehen, und deßungeachtet damit in keiner Weise in Uebereinstimmung zu bringen waren, fanden ihre vollkommene Widerlegung in Mitscherlich's Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und krystallinischer Gestalt. Die ersten Resultate darüber legte er der Berliner Akademie gegen das Ende des Jahres 1819 vor; im folgenden Jahre wurden seine Arbeiten allgemeiner bekannt, und auch sogleich von den meisten Chemikern angenommen. Mitscherlich fand, daß Körper von ganz verschiedener Zusammensetzung, wo der eine nicht die geringste Menge von dem andern enthält, gleiche Krystallform haben können, und daß gleiche Krystallform nicht allgemein vollkommene gleiche Zusammensetzung andeutet, wohl aber ähnliche Zusammensetzung aus verschiedenen Elementen; daß also gleiche Atomconstitution öfters von derselben Krystallgestalt begleitet und als Ursache dieser Uebereinstimmung anzusehen ist. Er bewies dieses zuerst für die arsenik- und die phosphorsauren Salze, die mit derselben Basis in demselben Sättigungsgrade vereinigt, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, Salze von vollkommen gleicher Krystallgestalt geben, die sogar in den secundären Formen völlig unter einander übereinstimmen. Er bewies dieses für die verschiedenartigsten Salze dieser Säuren, sei darin Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Bleioxyd enthalten, sowie für ihre Doppelsalze mit Natron und Ammoniak. Aus diesem speciellen Falle, wo sich also Arsenik und Phosphor nach gleichen Atomen in ihren Verbindungen ohne Formänderung vertreten können, zog Mitscherlich den allgemeinen Schluß, daß die Krystallgestalt der Verbindungen auf der Anzahl der darin enthaltenen Atome und auf der Art, wie diese in binären Verbindungen vertheilt sind,

Entdeckung des Isomorphismus.

Entdeckung des Isomorphismus.

beruhe; daß aber die Verschiedenheit der Elemente hierin keine Veränderung hervorbringe. Solche Körper, welche sich nach wechselnden Verhältnissen oder ganz in Verbindungen vertreten können, ohne Aenderung der Krystallgestalt zu veranlassen, und welche überdieß in unbestimmten Proportionen mit einander krystallisiren können, nannte Mitscherlich isomorphe (ἰσόμορφος, gleichgestaltig). Diesen Satz, daß Verbindungen isomorpher Elemente von gleicher atomistischer Constitution stets dieselbe Krystallgestalt haben, wies Mitscherlich sogleich noch für eine große Anzahl anderer Verbindungen nach. Er zeigte, daß Nickeloxyd, Zinkoxyd und Bittererde, mit Schwefelsäure neutralisirt und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, vollkommen gleiche Krystallgestalt haben, daß dasselbe für Kobalt- und Eisenoxydul stattfindet. Aus dem Umstande, daß Kalk, Bittererde, Zinkoxyd, Mangan- und Eisenoxydul mit Kohlensäure verbunden ohne wesentlichen Unterschied in der Form krystallisiren, zog Mitscherlich den Schluß, daß diese Basen überhaupt isomorph sind, daß z. B. ihre Verbindungen mit Schwefelsäure auf gleiche Art krystallisiren müssen, und er fand in der That, daß alsdann ein Unterschied der Krystallgestalt nur in dem Falle stattfindet, wenn wegen verschiedenen Wassergehalts die atomistische Constitution nicht dieselbe ist. Mitscherlich zeigte weiter, daß in den von Leblanc und Beudant nachgewiesenen Fällen, wo zwei Salze (z. B. Eisenvitriol und Zinkvitriol) von verschiedener Krystallgestalt (und ungleichem Wassergehalt) zusammen krystallisiren und die Form eines der Salze annehmen, — daß alsdann der Wassergehalt dieses Salzes auch der des andern mit ihm zusammenkrystallisirten ist; daß also bei einem solchen Zusammenkrystallisiren beide Salze gleiche atomistische Constitution haben, während sie einzeln, verschieden krystallisirend, verschiedene besitzen. Er zeigte aber auch, daß alle diese Salze, wenn sie mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniak Doppelsalze eingehen, alsdann eine gleiche Atomconstitution und vollkommen gleiche Krystallform besitzen. Auf diese Art bestimmte Mitscherlich verschiedene Gruppen isomorpher Körper als solche, die in gleichen Atomverhältnissen mit einem dritten Bestandtheile, sei dieser letztere noch so zusammengesetzt, verbunden, Verbindungen von gleicher Krystallgestalt hervorbringen; er begründete die Lehre vom Isomorphismus, die vom Jahre 1820 an, wo sie bekannter wurde, eine der wichtigsten Stellen in dem theoretischen Theile der Chemie einnahm. Den Einfluß dieser Lehre auf die Stöchiometrie haben wir bereits oben Seite 397 wahrgenommen, und

ihre Wichtigkeit für die mineralogische Chemie ist gleichfalls schon Seite 92 ff. besprochen worden.

Entdeckung ungleicher Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung.

An die vorstehende Geschichte des Erkenntnisses eines Zusammenhanges zwischen chemischer Constitution und Krystallform knüpft sich die Besprechung eines andern Gegenstandes, nämlich ob Verbindungen aus denselben Bestandtheilen und in denselben Verhältnissen in ihren Eigenschaften identisch sein müssen; und zwar aus dem Grunde, weil die Krystallgestalt der erste Anhaltspunkt war, hierüber entscheiden zu lassen.

Vor dem 19. Jahrhundert erschien es, so lange überhaupt die quantitative Zusammensetzung von Verbindungen untersucht wurde, allgemein angenommen, daß dieselben Bestandtheile in denselben Gewichtsverhältnissen zusammentretend identische Verbindungen hervorbringen müssen.

Entdeckung des Dimorphismus.

In Hauy's Ansichten finden wir es namentlich ausgesprochen, daß Körper von gleicher chemischer Zusammensetzung gleiche Krystallform besitzen. Schon zu jener Zeit waren indeß Fälle bekannt, welche in Bezug hierauf zu widersprechen schienen. Schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts hatte Vauquelin die chemische Identität zweier der Krystallform nach verschiedenen Mineralien, des Anatases und des Rutils, darzuthun gesucht; für den Kalkspath und den Arragonit hatten Klaproth und Vauquelin zu derselben Zeit absolut dieselbe Zusammensetzung gefunden; Thénard zeigte 1800 mit allen damals der Analyse zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, daß darin nur Kohlensäure und Kalk, und zwar in denselben Gewichtsmengen vereinigt, enthalten sind. Hauy sprach 1801 seine Hoffnung aus, daß fortgesetzte Untersuchungen doch wohl noch einen Unterschied in ihrer chemischen Zusammensetzung darthun würden. Dies schien sich wirklich zu bewähren, als 1813 Stromeyer die Entdeckung machte, daß alle von ihm untersuchten Exemplare von Arragonit auch kohlensauren Strontian, wenn auch in geringer und veränderlicher Menge, enthielten, welcher Gehalt dem Kalkspath gänzlich abgeht, und also einen Unterschied in der Zusammensetzung zu begründen schien. Die Ansicht, daß Substanzen von derselben procentischen Zusammensetzung auch gleiche Eigenschaften, namentlich gleiche Krystallform haben, schien hiernach auf's neue bestätigt zu sein, und alle davon abweichenden Fälle schienen nur die noch unvollkommene Kenntniß der betreffenden Substanzen anzudeuten. Aber Mitscherlich zeigte 1821 durch unwiderlegliche Beispiele, daß Körper, die aus denselben Bestandtheilen in denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, zwei verschiedene Formen

annehmen können; er zeigte dies zuerst an dem sauren phosphorsauren Natron, und 1823 an dem Schwefel; diesem Beispiele reihten sich bald mehrere an, und die durch diese Thatsachen bewiesene Lehre vom Dimorphismus (δίμορφος, doppelgestaltig) kann als seit dieser Zeit allgemein angenommen betrachtet werden (vergl. noch kohlensauren Kalk).

Entdeckung der Isomerie und Polymerie.

Eine andere Entdeckung, die hierher gehört, ist die der Isomerie und Polymerie, nämlich verschiedener physikalischer und auch chemischer Eigenschaften bei Verbindungen von gleicher Zusammensetzung, was die Beschaffenheit der Bestandtheile und die Gewichtsverhältnisse derselben betrifft. Vor dem Jahre 1825 betrachtete man einen solchen Umstand als ein Anzeichen, daß entweder in der Beobachtung der Eigenschaften oder in der Ausmittelung der Zusammensetzung bei einer der Verbindungen ein Irrthum vorgefallen sei, selbst wenn die Untersuchungen von den zuverlässigsten Chemikern geführt worden waren, wie dies z. B. der Fall war, als Wöhler 1823 für die Zusammensetzung der Cyansäure und Liebig 1824 für die Zusammensetzung der Knallsäure gleiche Resultate erhielten. Faraday machte 1825 in einer Untersuchung über die Kohlenwasserstoffverbindungen wieder darauf aufmerksam, daß bei gleicher Zusammensetzung ein derartiger Unterschied existiren kann, indem er Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff fand, welche, dem Gewichte nach ganz gleich zusammengesetzt, in ihren Eigenschaften gänzlich differirten, und wobei sich noch zeigte, daß das specifische Gewicht im Gaszustande verschieden war, daß also in dem einen die Elemente sich in einem condensirteren Zustande als im andern befanden, daß bei dem einen auf dasselbe Volum im Gaszustand eine größere Anzahl einfacher Atome kam, als im andern. Hier konnte indeß noch Verschiedenheit der Zusammensetzung in einem gewissen Sinne angenommen werden, insofern das zusammengesetzte Atom des einen Körpers mehr Atome der Elemente in sich enthielt, als das des andern, aber bald wurden auch Verbindungen bekannt, wo selbst dieser Unterschied in der Constitution wegfiel. Berzelius machte darauf aufmerksam, daß es zwei Zinnoxyde von gleicher Zusammensetzung aber ungleichen Eigenschaften gebe; Clark wies 1828 für die Phosphorsäuren Unterschiede nach, durch Untersuchung des geglüheten und des nicht geglüheten phosphorsaueren Natrons; Magnus fand 1830, daß verschiedene krystallisirte Mineralien durch Schmelzen ein anderes specifisches Gewicht bekommen, ohne an Gewicht zu verlieren (da mit dieser Veränderung auch eine Abänderung der chemischen Eigenschaften verbunden ist, so gehört auch

dieſe Entdeckung hierher), und endlich fand Berzelius 1830 für zwei verſchiedene organiſche Säuren, die Weinſäure und die Traubenſäure, ganz identiſche Zuſammenſetzung und gleiche Gewichtsverhältniſſe bei Verbindung dieſer Säuren mit Baſen. Berzelius betrachtete demnach ſeit 1830 ſolche Verbindungen, von gleicher Zuſammenſetzung und ungleichen Eigenſchaften, als isomere (ἰσομερής, aus gleichen Theilen zuſammengeſetzt), und 1831 unterſchied er genauer ſie als polymere, ſolche, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile in den verſchiedenen Verbindungen gleich ſind, aber die abſolute Anzahl der einfachen Atome in Einem Atom der verſchiedenen Verbindungen, das Atomgewicht, verſchieden iſt, und als metamere, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile und auch das Atomgewicht der beiden Verbindungen gleich ſind, wo aber die Elemente in verſchiedener Art zu näheren Beſtandtheilen gruppirt ſind.

Entdeckung der Isomerie und Polymerie.

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre.

Mit der sich entwickelnden Einsicht in die chemische Verwandtschaft und in ihre Wirkungen, mit der sich vermehrenden Kenntniß der chemischen Verbindungen verändert sich die Art, sie zu benennen und durch besondere Charaktere zu bezeichnen. Wir wollen die Aenderungen, welche die chemische Nomenclatur und Zeichenlehre erfuhr, hier etwas ausführlicher betrachten.

Geschichte der chemischen Nomenclatur.

Die Geschichte der chemischen Nomenclatur zeigt deutlicher, als irgend eine andere, die verschiedenen Zustände der Wissenschaft in den aufeinanderfolgenden Zeitaltern; mit der nur empirischen Kenntniß von Thatsachen war eine nur empirische Bezeichnung derselben verbunden; mit der Aufklärung der Ursachen der Erscheinungen, mit der Erkenntniß der Zusammensetzung chemischer Substanzen bahnte sich allmälig eine geordnete rationelle Nomenclatur ihren Weg.

Aelteste chemische Nomenclatur.

Die ältesten Bezeichnungen für chemische Substanzen sind theils ganz allgemeine, theils von dem Ursprunge, von dem Fundorte, entlehnte. So wird das Wort sal für alles salzig Schmeckende seit den ältesten Zeiten gebraucht; später (im 8. Jahrhundert) wird zum Zwecke specieller Bezeichnung ein an den Ursprung oder an die Art des Vorkommens erinnerndes Wort (sal maris, sal πέτρης, sal armoniacum) hinzugefügt. Bei Geber findet man noch in keiner Weise irgend einen Leitfaden in der Benennung der Substanzen; sie sind fast alle Trivialnamen. Auch die europäischen Alchemisten vom 13. Jahrhundert an unterschieden die schon länger bekannten Körper nur nach den Trivialnamen, die neu entdeckten nach besonders hervorstechenden Eigenschaften; so für den Weingeist der Name aqua ardens. Wo eine Verallgemeinerung einer Bezeichnung stattfand, da war sie verwirrend, wie denn z. B. von eben dieser Zeit an alles flüchtige Flüssige mercurius genannt wurde; das reine Quecksilber mercurius communis ebensowohl, wie auch wieder

Aelteste chemische Nomenclatur.

der Weingeist mercurius vegetabilis. Mit dieser Unbestimmtheit verband sich in jener Zeit noch die Sucht, bildliche Bezeichnungen zu geben. So sehen wir z. B. den Salmiak noch mit den Namen anima sensibilis, cancer, aquila, lapis aquilinis, lapis angeli conjungentis, aqua duorum fratrum ex sorore u. a. belegt, und diese Probe mag hinreichen, das Sinnreiche dieser Bezeichnungen, wovon viele uns jetzt ganz unverständlich sind, würdigen zu lassen. In dieser und der zunächst folgenden Zeit, vom 13. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die verschiedenen Verbindungen nur nach ihren ausgezeichnetsten physikalischen, seltener chemischen, Eigenschaften benannt; der Dickflüssigkeit wegen benannte man schon frühe das oleum tartari ähnlich wie das oleum vitrioli, und stellte später das oleum martis damit in Eine Kategorie. Was sich in Wasser löste und auf der Zunge einen Geschmack gab, hieß sal; sal tartari, sal nitri standen stets zusammen, und das sal succini reihte sich ihnen im Anfange des 17. Jahrhunderts nach damaligen Begriffen ganz folgerecht an. Ebenso verschiedene Begriffe schlossen die ganz ähnlichen Bezeichnungen cremor tartari und cremor calcis; spiritus fumans, spiritus vini, spiritus nitri, spiritus salis ammoniaci causticus; flores zinci, flores sulphuris und viele andere ein. Nach dem verschiedenen Geschmack unterschied man die salia acida und die salia alcalina, nach der Flüchtigkeit theilte man die letzteren in salia alcalina fixa und salia alcalina volatilia. War eine metallische Verbindung gelb oder gelbroth, so wurde sie Crocus, war sie schwarz, so wurde sie Aethiops genannt. Mit der Entdeckung einer größeren Anzahl Verbindungen, namentlich von Salzen, im 17. Jahrhundert, nahm man seine Zuflucht zu dem Namen des Entdeckers, wo hervorstechende physikalische Eigenschaften fehlten. Die letzteren, mit Angabe des Stoffes, aus dem die Verbindungen erhalten waren, genügten, um von dem butyrum antimonii den spiritus fumans, das oleum arsenici, das butyrum zinci und die resina cupri zu unterscheiden; bei den Salzen setzte man den Namen des Entdeckers, oder Desjenigen, der es hauptsächlich in Anwendung brachte, hinzu, und die Bezeichnungen sal febrifugum oder digestivum Sylvii, sal mirabile Glauberi, sal polychrestum Glaseri u. s. w. waren doch mindestens besser als die gleichzeitig gebrauchten Arcanum duplicatum, sal de duobus, Panacaea duplicata und ähnliche.

In dem Zeitalter der Alchemie machte sich jeder Chemiker seine Nomenclatur nach eigenem Belieben, nur für die gewöhnlichsten Substanzen

Aelteste chemische Nomenclatur.

stimmen die Benennungen der verschiedenen Chemiker manchmal überein. In dem Zeitalter der medicinischen Chemie bleibt die Nomenclatur zwar eine durchaus principlose, allein sie beruht doch da schon mehr auf allgemeiner Convenienz, und dieselben Worte werden bei den verschiedenen Schriftstellern für dieselben Substanzen gebraucht. Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts begann man endlich, gleichartige Namen auf Gleichartigkeit der Eigenschaften zu gründen, welche sich von einer Aehnlichkeit der Zusammensetzung herschreibt. So unterschied man damals schon die schwefelsauren Salze als Vitriole (ein Ausdruck, mit dem Basilius Valentinus noch im 15. Jahrhundert alle krystallisirten Metallsalze bezeichnete), man fügte den bekannten Metallvitriolen auch das schwefelsaure Kali als tartarus vitriolatus oder nitrum vitriolatum bei; die salpetersauren Salze fing man ebenso an, allgemein als Salpeter zu bezeichnen; was auf glühenden Kohlen verpufft, war ein Salpeter; man unterschied von dem gemeinen Salpeter den cubischen Salpeter, Glauber's flammenden Salpeter, den Silbersalpeter und den Bleisalpeter. Diese ähnlichen Namen bezeichnen meist Gleichheit der Säure, nur in selteneren Fällen finden wir Salze von verschiedenen Säuren, aber von derselben Basis mit ähnlich klingenden Namen belegt, z. B. die Unterscheidung zwischen dem gewöhnlichen Salmiak und Glauber's geheimem Salmiak. — Ebenso deuteten die ähnlichen Namen Hornblei und Hornsilber eine Aehnlichkeit der Eigenschaft und auch der Zusammensetzung an, und noch viele andere Beispiele ließen sich hier anführen, welche indeß besser in der speciellen Geschichte der betreffenden Substanzen Erwähnung finden, wo ich die Nomenclatur berücksichtigen werde. Wie indeß es noch im Anfange des 18. Jahrhunderts mit der chemischen Nomenclatur in einzelnen Fällen aussah, zeigt der Name magnesia alba, den man dem damals zuerst verbreiteten Arzneimittel beilegte, weil man darin eine große Aehnlichkeit mit dem Braunstein, der magnesia nigra, zu finden glaubte.

Dieser verworrene, nur in sehr wenig Fällen entfernt consequente, Sprachgebrauch dauerte bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts. In den wenigen verallgemeinerten Bezeichnungen, die sich in dem Vorstehenden finden, muß man deßungeachtet die Grundlage unserer heutigen Nomenclatur suchen. Es waren um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzüglich Macquer und Baumé, welche auf der Nothwendigkeit bestanden, ähnlich zusammengesetzte Substanzen durch ähnliche Namen zu bezeichnen, und die besonders allgemeinere Benennungen, wie Vitriole, Salze u. s. w., in

Bergman's Nomenclatur.

Gang zu bringen suchten. Ihren, jedoch noch ziemlich unvollkommenen, Bemühungen trat von 1770 an Bergman bei, und versuchte gleichfalls, für solche Verbindungen, deren Bestandtheile er mit Sicherheit zu kennen glaubte, passende zusammengesetzte Namen zu geben. Da indeß Bergman zugleich seine Benennungen auf die ältere Nomenclatur zu stützen suchte, so entstanden bei ihm Weitschweifigkeiten, die seiner Nomenclatur gerade nicht zum Vortheil gereichten; die verschiedenen caustischen Alkalien unterschied er z. B. von dem kohlensauren als reines fixes vegetabilisches Alkali, reines fixes mineralisches Alkali, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabilischen und luftvollen fixen mineralischen Alkali u. s. w., und erst später, 1782 in seinem Entwurf eines neuen Mineralsystems, brauchte er für die ersteren einfach die Ausdrücke Potassinum, Natrum und Ammoniacum. Zu dieser Zeit machte Bergman Vorschläge über die chemische Nomenclatur, welche in mehrfacher Hinsicht mit den gleich zu besprechenden von Guyton übereinstimmen. Bergman meinte damals, man solle jeder Säure einen einfachen Namen geben, so z. B. die salpetrige Säure einfach nitreum, die Salpetersäure nitrosum nennen; die Salze Einer Säure sollten sämmtlich Einen Genusnamen erhalten, und die Zufügung der Base die Species bezeichnen, wie er denn z. B. für vitriolisirten Weinstein die Benennung vitriolicum potassinatum, für Selenit vitriolicum calcareatum vorschlug. Allein Bergman selbst führte keinen seiner Vorschläge consequent selbst durch; in seinen verschiedenen Schriften finden sich verschiedene Principien der Nomenclatur befolgt. So nimmt er in seiner Sciagraphia den Genusnamen von der Base, und den Speciesnamen von der Säure; er braucht hier z. B. für die verschiedenen Natronsalze die Bezeichnungen alcali minerale aëratum (kohlensaures), vitriolatum, nitratum, salitum u. s. w., für die Magnesiasalze magnesia aërata, vitriolata, nitrata, salita u. s. f. — Wenn aber auch Bergman nicht ganz einig mit sich war, welches Princip der Nomenclatur in der Chemie einzuhalten sei, so sah er doch die Nothwendigkeit einer Umgestaltung der Nomenclatur, einer Zurückführung derselben auf feste Grundsätze, deutlich ein, und nach allen Kräften trug er dazu bei. Noch in den letzten Tagen seines Lebens schrieb er an Morveau, welcher damals mit der Reform der chemischen Namen beschäftig war, und rieth ihm, streng zu verfahren und keine ungeeignete Benennung beizubehalten, wenn sie auch langjährigen Gebrauch für sich hätte. Er solle eine neue rationelle Nomenclatur einführen; »Jene,

die schon unterrichtet sind, werden sie leicht verstehen, und Jene, die noch nicht unterrichtet sind, werden sie noch weit eher verstehen," meinte Bergman.

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Alle früheren Vorschläge und Verbesserungen waren nur auf verhältnißmäßig wenige chemische Substanzen gegangen, kein allgemeines Princip war befolgt, was für die Benennung neu darzustellender Verbindungen einen Leitfaden hätte abgeben können. Guyton de Morveau war der Erste, der 1782 für die Salze eine consequente Nomenclatur durchzuführen suchte. Die Veranlassung für ihn war, daß er sich anheischig gemacht hatte, den chemischen Theil der zu jener Zeit erscheinenden Encyclopédie méthodique zu bearbeiten, und er sah ein, wie nothwendig für den Erfolg einer angemessenen Darstellung der Gebrauch einer richtigen Bezeichnungsmethode sein mußte. Zugleich aber auch überzeugt, daß die Einführung einer besseren Nomenclatur nur dann von Nutzen sein könne, wenn ihr der Beitritt der übrigen Chemiker gesichert sei, publicirte er vor ihrer Anwendung einen Entwurf derselben in dem Journal de Physique (1782). Dieser Entwurf gründete sich auf die phlogistische Theorie, welcher Morveau zu dieser Zeit noch anhing; der wichtigste Theil desselben beschäftigte sich mit der Benennung der Salze und ihrer Bestandtheile, und folgende Mittheilung einiger von Morveau dafür in Vorschlag gebrachten Namen mag zeigen, inwiefern sich seine Methode unserer heutigen bereits nähert.

Acides	Sels	Bases
Vitriolique	Vitriols	Phlogistique
nitreux	nitres	calce
arsénical	arséniates	barote
boracin	boraxs	or
fluorique	fluors	argent
citronien	citrates	mercure
oxalique	oxalates	cuivre
sébacé	sébates	esprit de vin

Wir finden hier zuerst alle Säuren wirklich als acides benannt; jede einzelne in der Art, daß dem Gattungsnamen acide ein distinguirendes Adjectiv, von dem Ursprunge der Säuren abgeleitet, beigefügt wird. Als das Bedeutendste in diesem Vorschlage müssen wir indeß die große Einfachheit anerkennen, mit welcher Morveau die Salze benannte, nämlich allgemein von der Säure den Geschlechtsnamen zu entlehnen, und ihr den

Namen der Base als Gattungsbezeichnung beizufügen, also zu sagen vitriol d'argent, vitriol de cuivre, de barote, nitre de mercure, fluor de calce u. s. w., um die Bestandtheile der Salze durch die bloße Benennung auszudrücken. Dieses ist aber auch fast Alles, was von Guyton's erster Nomenclatur später beibehalten wurde; in den Endungen der Bezeichnungen für die Säuren, für die Salze, finden wir keine Analogie; nur in wenigen Fällen begegnen wir hier Flexionen, welche noch jetzt im Gebrauch sind, und diese scheinen mehr durch Zufall so geworden zu sein, als bestimmter Ueberlegung ihre Aufstellung zu verdanken. Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Morveau's Nomenclatur von 1782 fand lebhaften Widerspruch, sowohl von Seiten der Antiphlogistiker, weil sie sich auf ein von ihnen für falsch erkanntes System stützte, als auch von Seiten der Phlogistiker, die darin zu viel Neuerungen fanden. Für die ersteren indeß war die Einführung einer neuen Sprachweise in der Chemie ein großes Bedürfniß, da sie in den älteren phlogistischen Ausdrücken kaum ihre Ansichten verdeutlichen konnten; als daher Morveau zu ihrer Theorie übertrat, und im Anfange des Jahres 1787 selbst nach Paris kam, wurde von Lavoisier der Plan, eine Reform in dieser Hinsicht durchzuführen, aufgenommen; er vereinigte sich mit Morveau, Berthollet und Fourcroy, und legte schon im April dieses Jahres der Akademie den Plan zu einer neuen Nomenclatur vor, an deren Ausarbeitung jedoch die beiden Letzteren nur untergeordneten Antheil genommen zu haben scheinen. An dieser verbesserten Nomenclatur hat Lavoisier ohne Zweifel den größten Antheil; in seinem Namen stattete er der Akademie Bericht ab über die allgemeinen Grundsätze, welche bei der Aufstellung derselben befolgt worden waren, während Morveau die Einzelnheiten derselben der Akademie vorlegte. Lavoisier hob in seinem Berichte hervor, daß die Benennung der Körper zugleich über ihre Natur Aufschluß geben soll; daß also für die einfachen Substanzen, denen nicht schon lange Gewohnheit einen nur schwer abzuändernden Namen gegeben habe, Bezeichnungen zu wählen seien, welche die allgemeinste Eigenschaft derselben ausdrücken; einmal um dem Gedächtnisse zu Hülfe zu kommen, welches neue bedeutungslose Wörter nur schwer behalte und leicht verwechsele, und dann, um überhaupt davon abzugewöhnen, Bezeichnungen anzuwenden, ohne damit einen Begriff auszudrücken. Für die meisten einfachen Stoffe, die schon länger bekannten Metalle, Alkalien und Erden, behielten sonach die französischen Chemiker die frühere Bezeichnungsweise bei, während sie

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

als neue Elemente das Oxygène, das Hydrogène und das Azote nannten. Um die einfacheren Verbindungen aus zwei Bestandtheilen zu benennen, beachteten sie, daß diese Verbindungen meist saurer oder basischer Natur sind. Sie glaubten, schon durch den Namen ausdrücken zu müssen, ob eine Verbindung einer dieser Klassen angehört, und führten deßhalb die Bezeichnungen acide und oxyde als allgemeine Namen ein, denen zur Unterscheidung der Name des Stoffs, aus welchem eine solche Verbindung entsteht, beigefügt wird. Den Wörtern, welche zur Unterscheidung der Säuren hinzugefügt werden, gaben sie im Allgemeinen die adjectivische Endung ique, welche später auch in die lateinische Nomenclatur überging; nur in dem Falle, wo sich ein Radical in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbindet, unterschieden sie die weniger Sauerstoff enthaltenden Säuren durch die Endung auf eux, und wir sehen hier zuerst acide sulfureux von acide sulfurique, acide nitreux von acide nitrique mit Rücksicht auf die verschiedene Zusammensetzung unterschieden. Für die Salze behielten sie im Allgemeinen die Nomenclatur Morveau's bei, mit der schärferen Angabe, daß alle Salze einer Säure, deren Radical sich nur in Einem Verhältniß mit Sauerstoff verbindet, auf ates endigen sollten (borates, muriates, benzoates ꝛc.), daß, wo Säurebildung in verschiedenen Proportionen mit Sauerstoff statthat, die Salze der weniger Sauerstoff enthaltenden Säure auf ites, der mehr Sauerstoff enthaltenden auf ates endigen sollten (nitrites für die salpetrigsauren, nitrates für die salpetersauren Salze, ebenso sulfites, sulfates ꝛc.).

Das Vorhergehende mag hinreichend sein, um zu zeigen, daß die von Lavoisier und Guyton de Morveau aufgestellte Nomenclatur im Wesentlichen die heute noch befolgte ist. Ihre Vorzüglichkeit und Naturgemäßheit zeigte sich besonders daran, mit welcher Leichtigkeit sie, die zunächst nur für die französische Sprache ausgedacht war, sich in allen anderen Sprachen nachbilden ließ. Diese Nomenclatur wurde 1787 durch eine eigene von Lavoisier, Morveau, Berthollet und Fourcroy gemeinschaftlich herausgegebene Schrift bekannt; in Frankreich wurde sie bald die allgemein eingeführte, in England bedienten sich schon Black und andere ausgezeichnete Chemiker derselben; auch in Deutschland, wo die Phlogistontheorie noch am längsten Vertheidiger fand, wurde sie seit 1791 von Einigen gebraucht, und immer allgemeiner angewandt, obgleich noch gerade in diesem Jahre Wiegleb, ein Chemiker von bedeutender Autorität zu dieser Zeit, über dieselbe äußerte: »Die französischen Chemiker — — — ließen sich einfallen,

eine ganz neue chemische Kunstsprache zu entwerfen. Allein sie hat selbst in Frankreich keinen allgemeinen Beifall gefunden, von den Ausländern ist sie aber mit Einer Stimme verworfen worden.« Wiegleb irrte sich; noch vor 1800 war sie in die deutsche Sprache übergegangen, und von den meisten Chemikern gebraucht. Unter Denjenigen, welche um 1800 mit Erfolg bemüht waren, diese Nomenclatur in Deutschland heimisch zu machen, und die überhaupt für die Ausbildung der deutschen chemischen Kunstsprache ausgezeichnet viel geleistet haben, verdienen vorzüglich Gren (der ihr in Deutschland Eingang verschaffte, ohne allen Lehrsätzen der Lavoisier'schen Theorie beizutreten) und Gilbert erwähnt zu werden, welcher Letztere als Herausgeber eines der geachtetsten deutschen Journale auch besonders Gelegenheit hatte, sich in dieser Hinsicht Verdienste zu erwerben.

Widersprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

Lavoisier's Ansicht, daß die Benennung einer Substanz uns zugleich über ihre Natur, über die Art ihrer Bestandtheile und sogar über das relative Zusammensetzungsverhältniß derselben belehren solle, breitete sich zwar bald allgemein aus, erfuhr indeß doch auch Widerspruch von Gelehrten, denen sonst ein sehr gültiges Urtheil zustand. Es sind in dieser Beziehung nicht die Phlogistiker gemeint, welche aus blindem Vorurtheil eine Bezeichnungsmethode verwarfen, weil sie ein anderes System repräsentirte, als das ihrige; aber noch 1812 sprach sich über das Princip der Lavoisier'schen Nomenclatur ein Chemiker mißbilligend aus, dessen Ansichten überhaupt oft von denen Lavoisier's abwichen. Humphry Davy war der Ansicht, daß überhaupt eine Nomenclatur keine Ansicht ausdrücken solle, denn eine theoretische Ansicht könne wechseln, und es sei damit ein Umsturz aller früheren Benennungen gegeben. So z. B. müsse mit der Zerlegung von Körpern, die im Lavoisier'schen System als einfach gelten, eine gänzliche Abänderung der darauf gegründeten Nomenclatur verbunden sein. Davy meinte, die Trivialnamen, welche keine Constitution ausdrücken, seien eben deßhalb die besten. Für Körper, die als ähnliche zu betrachten sind, welches auch die Ansicht über ihre Constitution sei, solle man ähnliche Bezeichnungen wählen. So z. B. könne man alle Metalle in der lateinischen Nomenclatur auf um endigen lassen; der Begriff der Oxyde, unwandelbar, wie auch die Ansicht über die Constitution der Oxyde sei, könne durch die Flexion auf a ausgedrückt werden, und man solle z. B. aura, plumba, calca, potassa für die Oxyde von aurum, plumbum, calcium, potassium sagen. Auf sehr zusammengesetzte Körper, meint Davy,

Widersprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

sei ohnehin das Lavoisier'sche Nomenclaturprincip nicht anwendbar, während er z. B. die Chlormetalle sehr einfach durch plumbana, argentana, calcana, potassana u. s. w. bezeichnete. Noch 1814 schlug Davy vor, die ähnlichen Fluormetalle durch eine ähnliche Endung als plumbala, calcala u. s. w. zu unterscheiden, die Jodmetalle aber plumbama, calcama u. s. w. zu nennen. Davy stand damals mit seiner Nomenclatur sehr allein; in unserer Zeit scheinen einige Chemiker versuchen zu wollen, ein ähnliches Sprachprincip in Aufnahme zu bringen.

Es scheint mir unnöthig, andere Einwürfe und Verdrehungen der Lavoisier'schen Nomenclatur hier zu erzählen; sie haben zu keiner Zeit gefehlt. Ein Hauptvorzug dieser war es, in alle anderen Sprachen übertragen werden zu können, und namentlich der von allen Gelehrten gekannten, der lateinischen, sich eng anzuschließen. Der Particularismus einzelner Gelehrten verursachte mehrfach Versuche, für die einzelnen Sprachen Nationalkunstsprachen zu ersinnen, und so sehen wir noch 1814 einen ausgezeichneten Physiker mit einer chemischen Nomenclatur für die Völker germanischen Stammes hervortreten, worin, nicht allzuglücklich gewählt, Eld (von dem dänischen Ild, Feuer) für Sauerstoff, Eldluft für Sauerstoffgas, elden für oxydiren, ähnlich brint (von brennen) für Wasserstoffgas, Aesch für Alkali, äschig, Aeschigkeit u. s. w. vorkamen.

Mit Uebergehung aller solcher Versuche haben wir hier nur noch der Nomenclatur zu erwähnen, welche im Geiste der Lavoisier'schen diese allen den Fortschritten anpaßte, welche die Wissenschaft im Laufe der Zeit gemacht hatte. Es ist dies die Berzelius'sche, und da sie noch immer die allgemein angewandte ist, so haben wir von ihr nur die Zeit ihrer Einführung in die Wissenschaft zu bemerken. Berzelius' Nomenclatur, die bei bedeutenden inneren Vorzügen sich auch deßhalb so bald verbreitet hat, weil sie zunächst in lateinischer Sprache abgefaßt und deßhalb allen Chemikern zugänglich war, wurde von ihm zuerst 1811 aufgestellt, bei Gelegenheit, daß ihm die Besorgung einer neuen Ausgabe der schwedischen Pharmacopoe übertragen war. Die Abhandlung, worin er seine Ansichten darüber aussprach, wurde in dem Journal de physique 1811 veröffentlicht, und enthielt bereits vollständig die Grundlage der Benennungsmethode, welche seitdem mit so viel Vortheil auf die neu entdeckten Verbindungen angewandt worden ist. Durch die richtigere Bezeichnung der verschiedenen Verbindungsstufen wurden auch bald die früheren vageren Benennungen

(z. B. die von Thomson 1804 für die verschiedenen Oxydationsstufen vorgeschlagenen: Protoxyd, Deutoxyd, Peroxyd ꝛc.) verdrängt. Eine weitere Ausführung der Berzelius'schen Nomenclatur gehört nicht hierher.

Geschichte der chemischen Zeichen.

Wie die chemische Nomenclatur waren auch die chemischen Zeichen der Ausdruck des chemischen Wissens. In einer dunkeln Zeit die wenigen und geheim gehaltenen chemischen Kenntnisse unter einer mystischen Form verbergend, in späterer Zeit ungeordnete empirische Thatsachen ebenso verworren und empirisch darstellend, wurden endlich die Zeichen bei genauerer Einsicht in die chemischen Erscheinungen rationeller, einfacher und bequemer, dabei vielsagender und fähig, complicirtere Ansichten auszudrücken. Wir wollen die verschiedenen Phasen der chemischen Zeichenlehre verfolgen, soweit irgend mit historischer Gewißheit sich über ihren Gebrauch aburtheilen läßt.

Aelteste chemische Zeichen.

Die erste Einführung bestimmter Zeichen für gewisse Substanzen geht indeß hinter die Zeit hinaus, über welche wir noch in der Chemie bestimmte Nachrichten haben; sie fällt mit einer besonderen Nomenclatur zusammen. Die Metalle waren es zuerst, welche man mit solchen Zeichen belegte, und für die 7 Metalle, welche man seit langer Zeit als solche kannte, mochte schon früh der Vergleichung halber die Beilegung der Namen und Zeichen der 7 Planeten passend erscheinen. Wann, und bei den Chemikern welchen Volkes dies zuerst geschehen ist, darüber herrscht gänzliche Ungewißheit. Die früheren Chemiker, welche bemüht waren, den Ursprung der Chemie bis in das graue Alterthum zurückzuverlegen, versichern, daß bereits die alten Aegypter, daß Hermes sich der Planetennamen in der Art bedient habe, allein die Beweise hierfür mangeln nicht nur, sondern es erscheint sogar gewiß, daß dem nicht so sei (vgl. Geschichte der Alchemie, Seite 145). Ebenso zweifelhaft ist es, ob, wie Boerhave versichert, die alten Perser bereits die Metalle nach den Planeten benannt haben.

Die Ungewißheit, wann wirklich eine derartige Benennung und Bezeichnung auf die Metalle angewandt worden ist, erstreckt sich noch viel weiter. In Geber's Schriften finden wir sie zuerst nachweisbar durchgeführt und sogar gewöhnlich gebraucht; rührt die Bezeichnung von Geber selbst her, so haben wir sie als im 8. Jahrhundert stattfindend zu betrachten; aber von Geber's Schriften sind kaum mehr als die lateinischen Uebersetzungen bekannt; es fallen diese in das 16. Jahrhundert, und da zu dieser Zeit der Gebrauch der Planetennamen und Planetenzeichen für die

Aelteste chemische Zeichen.

Metalle schon ganz gebräuchlich war, so ist es wohl möglich, daß sich in den Originalien diese Bezeichnung nicht findet, obgleich sie die Uebersetzer angewandt haben. Wir wissen also nicht einmal mit Bestimmtheit, ob Geber für die Metalle sich der Namen und Zeichen der Planeten bedient habe.

Allgemeiner gebraucht ist indeß diese Bezeichnungsweise schon von den Alchemisten des 13. Jahrhunderts; in den Schriften von Raymund Lull kommt sie oft vor. Von dieser Zeit an werden lange die Metalle bezeichnet:

Gold	Silber	Queckſilber	Kupfer	Eisen	Zinn	Blei
☉	☽	☿	♀	♂	♃	♄
Sol	Luna	Mercurius	Venus	Mars	Jupiter	Saturnus.

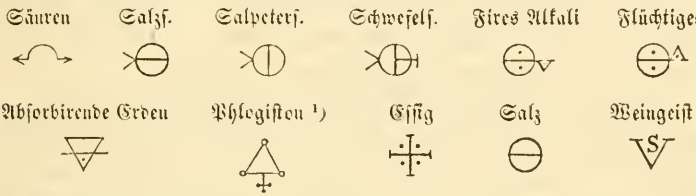
Ebenso wenig, als über die Zeit der Einführung dieser Zeichen, ist über ihre Bedeutung etwas Sicheres bekannt. Ob ♄ die Sense des Saturns, ♂ Schild und Speer des Mars, ♀ den Spiegel der Venus bedeutet, und somit die Zeichen an Attribute der mythologischen Gottheiten erinnern sollen, oder ob es Abbreviaturen von Namen für diese Gottheiten sind (z. B. das Zeichen der Venus ♀ der erste Buchstabe φ ihres Beinamens φωσφόρος, Morgenstern), läßt sich jetzt nicht mehr entscheiden. Die Alchemisten, von der sehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß die Zeichen den Metallen zuerst gegeben, und von diesen auf die Planeten übertragen worden seien, suchten darin Andeutungen der chemischen Eigenthümlichkeit jedes Metalls; sie hielten diese Zeichen für die Bewahrer hermetischer Gelehrsamkeit, welche über die Zusammensetzung der Metalle berichten. Mit Eifer wurde daher im 14. bis 17. Jahrhundert discutirt, ob der geschlossene Kreis die Vollkommenheit eines Metalls, der Halbkreis den an die Vollkommenheit annähernden Zustand eines solchen ausdrücke, ob ein Kreuz das Zeichen des der Metallicität Beraubtseins sei; und man versuchte, hieraus auf den Grad der Vollkommenheit der verschiedenen Metalle zu schließen, deren Zeichen alle aus Kreisen, Halbkreisen und Kreuzen, zum Theil nur in verschiedener Stellung zu einander, bestehen.

Noch einige andere Zeichen findet man seit dem 13. Jahrhundert in der Chemie gebraucht, nämlich die für die vier Aristotelischen Elemente. Diese Bezeichnung

Feuer	Luft	Wasser	Erde
△	⧋	▽	⧊

erhielt sich lange, namentlich sieht man das Zeichen des Wassers noch jetzt manchmal gebraucht.

Diese Zeichen wurden mit den oben für die Metalle gegebenen gemeinschaftlich gebraucht; für eine große Menge anderer Stoffe erfand man andere, ohne daß jedoch eine Uebereinstimmung der verschiedenen Chemiker in dieser Hinsicht nachzuweisen wäre. Einzelne Zeichen finden sich zwar bei allen übereinstimmend gebraucht, seit dem 14. Jahrhundert wird z. B. der Schwefel durch ♆ angedeutet. Von der größeren Menge chemischer Charaktere, die sich in den älteren Schriften finden, will ich hier nur die mittheilen, welche Geoffroy 1718 in seinen Verwandtschaftstafeln gebrauchte. Auf die Metalle wendet er noch die oben angegebenen Planetenzeichen an; seine anderen Zeichen sind: Geoffroy's Zeichen.



Solcher Vorschläge wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrere gemacht; wir erwähnen hier nur des von Bergman 1780 vorgeschlagenen Systems chemischer Zeichen, welches, obgleich es keineswegs allgemein angenommen wurde, doch wegen der Autorität seines Urhebers Beachtung verdient. Bergman schlug vor, für analoge Körper ähnliche Zeichen zu wählen, die nur für die besonderen Substanzen durch besondere Abzeichen zu unterscheiden seien. So solle das Zeichen für die vier Elemente und die brennbaren Substanzen, wie Schwefel und Phosphor, in einem auf verschiedene Art ausgezeichneten Dreieck bestehen, eine Krone solle die metallischen Substanzen (regulos) bezeichnen, ein Kreis die Salze und auch die Alkalien, ein Kreuz endlich die Säuren. Bergman selbst jeoch machte von dieser Anordnung keine durchgreifende Anwendung; er ließ den Metallen z. B. ihre früheren Charaktere, obgleich diese nicht mit seiner allgemeinen Bezeichnungsweise übereinstimmen. Bemerkenswerth ist nur noch, daß sich bei Bergman der erste Versuch von zusammengesetzten Zeichen findet, Bergman's Zeichen.

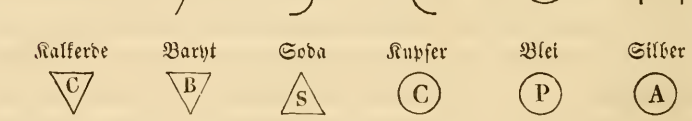
[1]) Principe huileux, soufre principe nach Geoffroy. Vergl. »Phlogiston« und »Schwefel.«

welche für Den, der die Bedeutung der einfachen Zeichen kennt, sogleich die Natur der Verbindung ausdrücken sollen. Er bezeichnete z. B. die Metalloxyde, indem er dem Zeichen des Metalls das Zeichen des Kalks beifügte; offenbar mehr dem Wortlaut Metallkalk, als seiner Ansicht über die Constitution dieser Körper folgend. Ebensowenig als diese Art der Bezeichnung hat indeß Bergman einen andern von ihm angedeuteten Vorschlag durchgeführt, die Mischung der Mineralien in der Weise symbolisch darzustellen, daß man die Zeichen oder Anfangsbuchstaben der damals für einfach gehaltenen Stoffe in der Ordnung neben einander stelle, welche den Mengenverhältnissen, in denen sie in die Mischung eingegangen sind, entspreche.

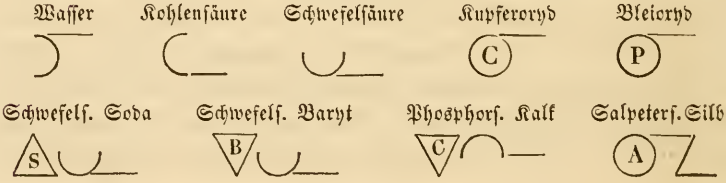
Hassenfratz's und Adet's Zeichen.

Viel zweckmäßiger war schon die Bezeichnungsmethode, welche 1787 von Hassenfratz und Adet vorgeschlagen wurde. Sie war der antiphlogistischen Theorie angepaßt, und enthält mehrere Eigenthümlichkeiten, die wir auch in den späteren Zeichensystemen wiederfinden.

Die einfachen Substanzen suchten sie durch möglichst einfache Zeichen auszudrücken, ähnliche Körper durch ähnliche Zeichen, z. B. alle Metalle durch Kreise, welche durch den hineingesetzten Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens des Metalls unterschieden werden sollten, alle Alkalien und Erden ebenso durch verschieden gestellte Dreiecke u. s. w. Z. B.

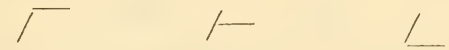


Diese Zeichen sollten nun zusammengesetzt die Zeichen der Verbindungen geben. Es entstanden also z. B. folgende Zeichen:



Man sieht, daß diese Zeichen mindestens weit vollkommener waren, als alle früheren. Hassenfratz und Adet begnügten sich nicht, mit

ihren Zeichen die qualitative Zusammensetzung auszudrücken, sondern sie versuchten sogar, für Verbindungen aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Verhältnissen Zeichen zu geben, welche durch die verschiedene Stellung zu einander die verschiedene quantitative Zusammensetzung andeuten sollten. Wie sie dies auszuführen gedachten, ergiebt sich am besten aus folgendem Beispiele für verschiedene Oxydationsstufen des Stickstoffs bis zur Salpetersäure: Hassenfratz's und Adet's Zeichen.



Lavoisier, Berthollet und Fourcroy statteten 1787 der Pariser Akademie über diesen Vorschlag Bericht ab, und empfahlen ihn; doch fand er keine allgemeinere Anwendung, und in bunter Verwirrung wurden noch lange von den Chemikern die verschiedenartigsten und sinnlosesten Zeichen gebraucht.

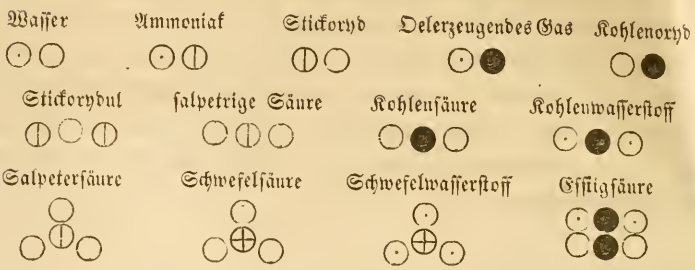
Der nächste Vorschlag in dieser Beziehung wurde von Dalton gemacht, und seine Bezeichnungsmethode verdient um so mehr unsere Aufmerksamkeit, da sie uns zugleich seine Ansichten über die Atomconstitution mehrerer Verbindungen kennen lehrt.

Rufen wir uns das Seite 370 ff. und 388 ff. dieses Theiles über Dalton's stöchiometrische Arbeiten und Ansichten über die Atome Gesagte in's Gedächtniß zurück. Dalton bezeichnete nun (1808 in seinem New System of Chemical Philosophy) die Atome der verschiedenen Elemente durch Kreise (um die angenommene sphärische Gestalt derselben auszudrücken), die durch mancherlei Merkmale unterschieden waren. Ein solches Zeichen für Ein Atom eines Elements drückt also einmal die Art desselben und dann auch noch die Schwere desselben (nach seiner Tabelle Seite 372) aus; die Verbindungen entstehen durch Aneinanderlagern der Atome, und die im Folgenden dafür gegebenen Dalton'schen Zeichen geben nicht allein die qualitative Zusammensetzung, sondern auch die quantitative. Folgende sind einige damals von Dalton gegebene Zeichen: Dalton's Zeichen.

Einfache Stoffe:

Dalton's Zeichen.

Verbindungen:



Diese Zeichen geben uns hinlänglich zu erkennen, in welcher Art Dalton seine Bezeichnungsweise durchzuführen gedachte, und zugleich, auf welcher Stufe der Vollkommenheit zu jener Zeit die Kenntniß der Atomconstitution für zusammengesetztere Verbindungen stand.

Berzelius' Zeichen.

Offenbar konnten Dalton's Zeichen, wenn auch für einfachere Verbindungen genügend, für complicirtere nicht angewandt werden. Berzelius hat das Verdienst, zuerst eine Bezeichnungsweise eingeführt zu haben, welche wirklich die Aufstellung chemischer Formeln zuließ. Diese kam schon seit dem Jahre 1815 in Gebrauch; ihre Einrichtung ist zu bekannt, als daß sie hier einer Erläuterung bedürfte; nur ist zu bemerken, daß viele Formeln vor 1826 anders geschrieben wurden, als dies jetzt der Fall ist. Ich habe schon oben, Seite 397, bemerkt, daß Berzelius früher für viele Metalle andere Atomgewichte annahm, als später, und die beiden Tabellen Seite 383 zeigen dies deutlich. Nach der Tabelle von 1815 schrieb demgemäß Berzelius:

Kupferoxydul	Kupferoxyd	Bleioxyd	Kohlens. Kalk	Schwefels. Kupferoxyd
$\dot{C}u$	$\ddot{C}u$	$\ddot{P}b$	$\ddot{C}a\,\ddot{C}^2$	$\ddot{C}u\,\ddot{S}^2 + 10\dot{H}^2O$

während er 1826 dieselben Verbindungen schrieb:

$\acute{C}u$	$\dot{C}u$	$\dot{P}b$	$\dot{C}a\,\ddot{C}$	$\dot{C}u\,\ddot{S} + 5\dot{H}$

Die abgekürzten mineralogischen Formeln führte Berzelius schon 1814 ein.

QD
4 vols. Vol. II.
Collect: A. C. KLEBS
from:
date:

Accession no.
ACK
Author
Kopp, H.F.M.
Geschichte der
Chemie. v.2
Call no.
History
~~Stacks~~ GD 11
343 K